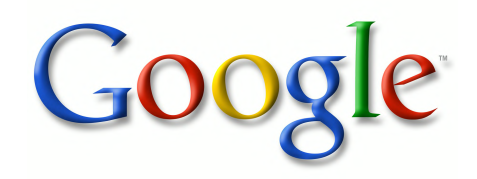
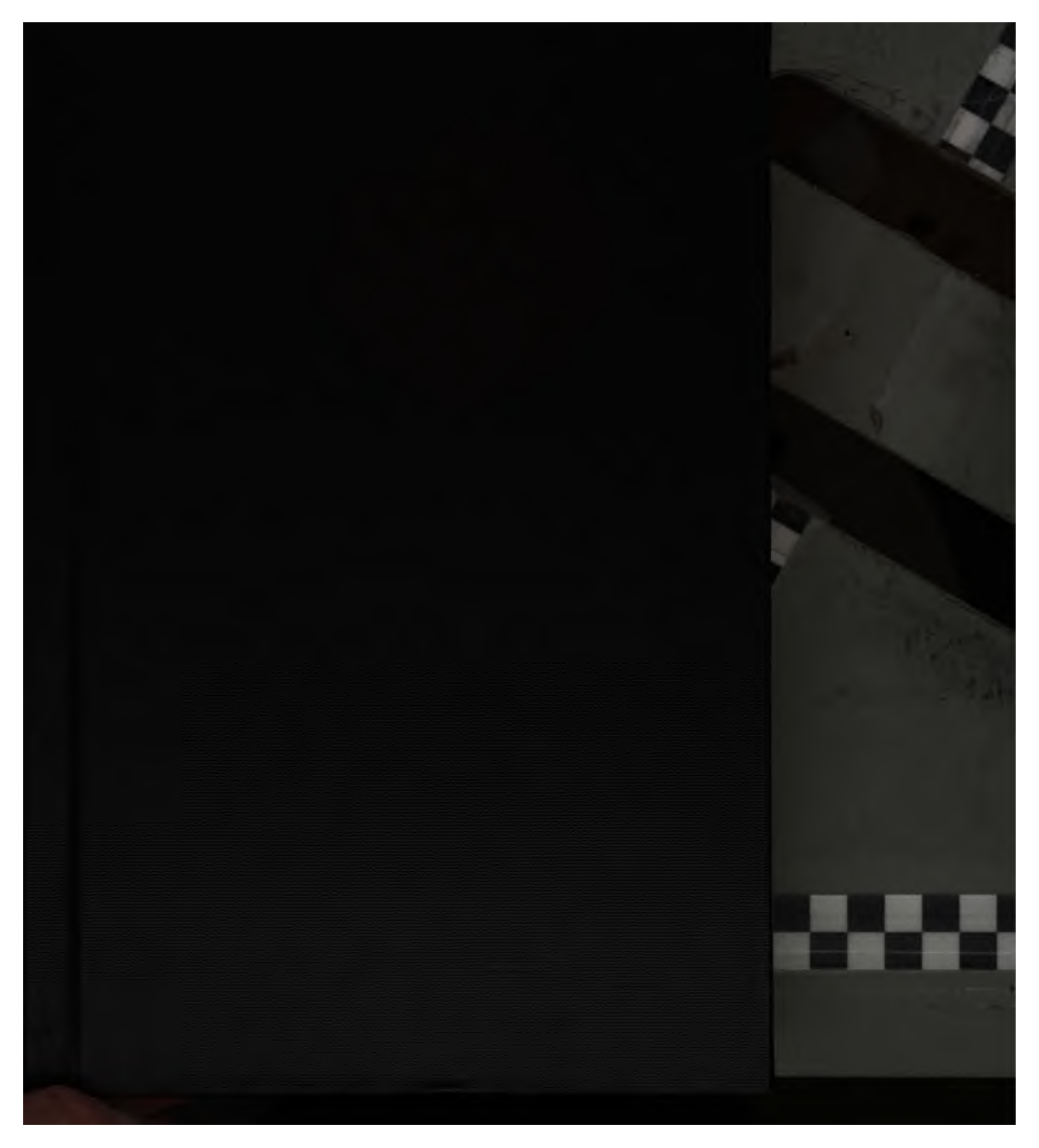




606
Pasing
v.3

QUATRIÈME PARTIE.

PALAIS ET AUTRES ÉDIFICES OU BÂTIMENTS GÉNÉRAUX DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900. PARCS ET JARDINS. — TOUR DE 300 MÈTRES.

(Suite.)

IMPRIMERIE NATIONALE.

606
Pasing
v.3

QUATRIÈME PARTIE.

PALAIS ET AUTRES ÉDIFICES OU BÂTIMENTS GÉNÉRAUX DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900.

PARCS ET JARDINS. — TOUR DE 300 MÈTRES.

(Suite.)

IMPRIMERIE NATIONALE.

QUATRIÈME PARTIE.

PALAIS ET AUTRES ÉDIFICES OU BÂTIMENTS GÉNÉRAUX DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900. PARCS ET JARDINS. — TOUR DE 300 MÈTRES.

(SUITE.)

CHAPITRE XVI.

PALAIS DU MATÉRIEL ET DES PROCÉDÉS GÉNÉRAUX DE LA MÉCANIQUE. PALAIS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE. — CHÂTEAU D'EAU[1].

1. Observation préliminaire. — Le palais du matériel et des procédés généraux de la Mécanique, le palais de l'Industrie chimique et le Château d'eau doivent être réunis en un même chapitre. Ces constructions furent, en effet, l'œuvre du même architecte, M. Ed. Paulin; diverses entreprises leur étaient communes; elles constituaient, d'ailleurs, un ensemble décoratif étudié dans des vues d'unité et d'harmonie.

Néanmoins, je m'efforcerai, dans toute la mesure possible, de consacrer des indications distinctes à ces édifices, de manière à faciliter la tâche du lecteur qui voudrait n'étudier que les palais ou le Château d'eau.

2. Plan et dispositions générales. — Le palais de la Mécanique et le palais de l'Industrie chimique étaient situés au Champ de Mars et adossés au palais de l'Électricité. Ils faisaient suite, le premier, du côté

[1] M. Ed. PAULIN, architecte. (Inspecteur : M. Murier. — Inspecteur de chantier : M. Belle. — Sous-inspecteurs : MM. Delauney, Mouré, Prudent, Tsakiri. — Sous-inspecteur de chantier : M. G. Delelo. — Vérificateur : M. E.-Ch. Delelo.)

de l'avenue de La Bourdonnais, au palais des Fils, Tissus, Vêtements, et le second, du côté de l'avenue de Suffren, au palais du Génie civil et des Moyens de transport. Placés symétriquement par rapport à l'axe longitudinal du Champ de Mars, ils formaient les extrémités des deux longues ailes de bâtiments qui prenaient naissance au palais des Mines et de la Métallurgie, ainsi qu'au palais de l'Enseignement.

Quant au Château d'eau, disposé de même en avant du palais de l'Électricité, il occupait, avec ses dépendances, le fond du jardin central entre le palais de la Mécanique et celui de l'Industrie chimique.

Ces trois constructions couvraient un immense rectangle mesurant 410 mètres de côté, parallèlement à la Seine, et 139 mètres, perpendiculairement au fleuve.

1. *Palais de la Mécanique.* — Le palais de la Mécanique se composait : 1° d'une série de nefs et de galeries parallèles à l'avenue de La Bourdonnais; 2° d'une nef et de deux galeries normales aux précédentes.

En se dirigeant de l'avenue de La Bourdonnais vers le jardin central, le visiteur rencontrait successivement une galerie de 12^{m}50 bordant la voie de circulation contiguë à l'avenue, trois nefs de 27 mètres séparées par deux galeries de 9 mètres, une troisième galerie de 9 mètres, un corps de bâtiment de 7^{m}925, enfin un portique de 9 mètres environ longeant le jardin.

La liaison avec les palais voisins se faisait : 1° pour le palais des Fils, Tissus, Vêtements, par une nef transversale de 27^{m}40 franchissant toute la largeur de l'édifice et par une galerie juxtaposée de 9 mètres; 2° pour le palais de l'Électricité, par une galerie de 12^{m}50 en bordure du hall de ce dernier palais.

Dans le sens longitudinal, les nefs de 27 mètres et les galeries de 12^{m}50 ou de 9 mètres prolongeaient les nefs et galeries similaires du palais des Fils, Tissus, Vêtements.

Transversalement, la nef de 27^{m}40 aboutissait, du côté du jardin, à un dôme d'entrée; la galerie de 12^{m}50, voisine du hall de l'Électricité, se terminait, du même côté, par un pavillon pentagonal établi,

pour partie, dans la largeur du portique, et, pour partie, en dehors vers le Château d'eau.

Les galeries longitudinales ou transversales de 12^{m} 50 et de 9 mètres avaient un étage à 7 mètres au-dessus du sol. Des passerelles continuaient l'étage des galeries longitudinales de 12^{m} 50 et de 9 mètres à travers la nef de 27^{m} 40. Cette nef présentait sur ses flancs et au même niveau des balcons de 2^{m} 50.

Isolé des galeries d'exposition par un pan de fer, le corps de bâtiment réservé aux établissements de consommation était pourvu de caves; il comportait un rez-de-chaussée et deux étages, et s'ouvrait largement sur l'étage du portique. Cette zone du palais mesurait 7^{m} 925 de largeur entre le nu intérieur du pan de fer et le nu des piliers dans les loggias du rez-de-chaussée. Quatre courettes descendaient jusqu'au sous-sol pour y donner de l'air et de la lumière.

Le portique sur le jardin avait un rez-de-chaussée de 8^{m}93 de largeur entre nus intérieurs et un étage de 9^{m} 20 avec larges balcons. Il était limité, vers la Seine, par le pavillon circulaire de 20 mètres de diamètre intérieur et, vers l'École militaire, par le pavillon pentagonal de 7^{m} 45 d'apothème.

Abstraction faite des saillies sur les alignements généraux, le palais occupait un rectangle de 139 mètres parallèlement au grand axe du Champ de Mars et 139^{m} 325 perpendiculairement à cet axe.

Cinq escaliers avaient été établis par l'Administration pour relier le rez-de-chaussée à l'étage : un escalier circulaire dans l'une des deux niches donnant sur les salles du dôme; deux escaliers à quartier tournant dans la nef de 27^{m} 40 contiguë au palais des Fils, Tissus, Vêtements; deux escaliers droits dans la galerie de 12^{m} 50 contiguë au palais de l'Électricité. A ces moyens de communication s'ajoutaient trois chemins élévateurs et deux ascenseurs.

2. *Palais de l'Industrie chimique.* — Ce palais était placé symétriquement au palais de la Mécanique et offrait une complète similitude avec lui.

Toutefois, deux passerelles d'une largeur de 2 mètres coupaient la nef centrale de 27 mètres au niveau du premier étage; une passerelle

de 3 mètres divisait chacune des deux autres nefs de 27 mètres en deux parties à peu près égales. D'autre part, l'un des escaliers de la galerie de 12^m 50 contiguë au palais de l'Électricité avait été supprimé; il n'existait qu'un chemin élévateur et un ascenseur.

3. *Château d'eau. Galerie et portique de raccord entre les palais de la Mécanique et de l'Industrie chimique.* — Le motif principal du Château d'eau était placé dans l'axe longitudinal du Champ de Mars, en avant du palais de l'Électricité, dont le séparait une galerie transversale à étage reliant les salles pentagonales des deux palais, dans le prolongement des galeries de 12^m 50. Il avait sa base au niveau du premier étage des palais, sur une terrasse qui mesurait, perpendiculairement à la Seine, 27^m 39 de largeur entre les nus extérieurs de la galerie séparative et de la balustrade vers le jardin. Au même niveau, la galerie de 12^m 50 apparaissait derrière la terrasse et formait, tant à droite qu'à gauche du Château d'eau, trois travées de loggias semblables à celles de la façade des palais. Des murs de soutènement contenaient les remblais de la terrasse, qui se trouvait reliée aux jardins : 1° par deux rampes courbes, inclinées à 0.0689, s'étendant jusqu'à 134^m 70 du palais de l'Électricité, tracées de manière à bien dégager les portiques de rez-de-chaussée des palais et comportant, du côté de ces palais, des talus garnis de gazon, de fleurs, ainsi que de massifs d'arbustes; 2° par deux larges escaliers disposés près de l'origine supérieure des rampes. Entre ces rampes se développaient les vasques et les bassins inférieurs de la cascade, qui avait son point de départ et ses premières vasques dans le motif principal.

De chaque côté de la terrasse, une baie ouverte dans le mur de soutènement donnait accès à une galerie ménagée sous cette terrasse et communiquant avec le rez-de-chaussée de la galerie de 12^m 50.

La composition générale du grand motif comprenait : une immense niche de 24^m 40 de diamètre terminée par une voûte sphérique et bordée d'un large arc-doubleau de tête, dont le diamètre était de 23^m 40 entre nus intérieurs; deux pylônes flanquant la niche; deux parties en quart de cercle, qui se retournaient perpendiculairement au front du motif et le raccordaient avec le portique de 12^m 50. A

sa base, la construction avait une largeur de $56^m 90$; elle présentait une saillie de $28^m 72$ par rapport à la limite du palais de l'Électricité.

Une sorte de grotte formait le départ de la cascade, vers le sommet et à l'arrière de la niche. De là, les eaux à haute pression se déversaient successivement dans une série de vasques, puis dans un bassin de $50^m 90$ de largeur placé au pied du motif; à ce premier bassin faisaient suite trois vasques plus étroites, qui s'évasaient progressivement, et enfin un vaste bassin inférieur d'une largeur maximum de $66^m 02$ aménagé au niveau du Champ de Mars. Pendant le cours de sa chute, la cascade s'enrichissait des eaux à basse pression refoulées par l'usine élévatoire du quai d'Orsay. Une bande de gazon et de fleurs enveloppait les vasques et les bassins inférieurs. La distance du fond de la niche au bord intérieur extrême du grand bassin était de $125^m 68$.

Dans chacun des raccords en quart de cercle reliant les pylônes au portique, avait été réservée une arcade de $7^m 40$ de largeur ouverte sur une salle en forme de niche. Les murs de cette salle étaient percés de deux baies conduisant, la première, au portique, et, la seconde, à une galerie parallèle, mais plus étroite, courant sous les vasques supérieures, en arrière des pylônes.

La galerie qui vient d'être mentionnée communiquait avec l'étage du portique, réunissait les deux zones de terrain séparées par le Château d'eau et servait de palier d'arrivée à un escalier demi-circulaire. Cet escalier remplissait un double but : il menait au rez-de-chaussée, dans la galerie basse ménagée sous la terrasse; à mi-hauteur, il desservait une petite salle de $5^m 52$ de largeur, occupant le milieu d'une autre galerie de $2^m 60$ en arc de cercle, qui passait sous la dernière vasque supérieure, suivait le contour de cette vasque et permettait, par ses nombreuses baies, de voir le Champ de Mars et le Trocadéro à travers la nappe d'eau de la cascade.

Au pied de chaque pylône, la galerie en arc de cercle aboutissait à une baie conduisant par quelques marches vers la terrasse, ainsi qu'à un petit escalier circulaire descendant aux vastes sous-sols du Château d'eau. Ces sous-sols, au-dessus desquels se trouvaient les vasques et

bassins inférieurs, contenaient les appareils nécessaires à la production des effets lumineux; leur profil longitudinal présentait des dénivellations correspondant aux chutes d'eau successives.

Sous les rampes de l'escalier demi-circulaire était installé un groupe important de water-closets.

Le Château d'eau, ses bassins et les galeries le rattachant aux palais voisins couvraient une superficie de 8,500 mètres carrés environ.

Quant aux sous-sols, leur surface, murs compris, atteignait 3,000 mètres carrés.

3. Généralités sur le mode de construction. — Conformément au parti général adopté pour les palais du Champ de Mars, le principe a été de laisser apparents les aciers et les bois dans les parties réservées aux salles d'exposition, et, au contraire, dans les façades donnant sur le jardin central, d'envelopper d'enduits en plâtre ou de staff le métal, le ciment armé, le bois, afin de simuler autant que possible une architecture monumentale en pierre.

1. *Palais de la Mécanique et de l'Industrie chimique.* — Les fondations des palais consistaient en massifs de béton coulé dans des puits. Des arcs en maçonnerie de meulière ou en béton reliaient les puits au droit des murs.

Tous les halls et galeries étaient construits en acier. Les piliers étaient à double т ou à section cruciforme. Des fermes de structure variée supportaient les pannes en acier et les chevrons en sapin recevant la couverture, qui se composait d'un voligeage jointif en sapin et d'un revêtement en zinc. Des lanterneaux garnis en verre strié laissaient passer la lumière verticale; en outre, des baies vitrées latérales concouraient à l'éclairage des galeries ayant façade sur les avenues. Les planchers d'étage comportaient des poutres et un solivage en acier, sur lesquels reposaient des lambourdes et un plancher en sapin; des panneaux en staff soutenus par les ailes inférieures des doubles т constituaient un plafond arrêtant les poussières.

Les façades La Bourdonnais et Suffren étaient formées par des

pans de bois revêtus de planches en fibrocortchoina et enveloppant les supports en acier des fermes.

Séparé des galeries d'exposition par un pan de fer avec carreaux de plâtre, le corps de bâtiment des cafés-restaurants avait ses piliers, ses poutres et ses solives en acier. Les piliers reposaient sur les murs en meulière et les points d'appui en brique des sous-sols; le hourdis du plancher haut des sous-sols était fait d'arcs en briques creuses et celui des autres planchers, de gravats et de plâtre.

Pour les portiques et les salles pentagonales, l'acier ne fournissait que l'ossature du plancher d'étage et ses piliers. Les façades étaient en pans de bois revêtus d'enduits sur lattis et de staffs; les voûtes de l'étage, en nattes de roseaux enduites, avec légère ossature en bois; les combles, en sapin et zinc. Ces combles se continuaient au-dessus des établissements de consommation.

La partie métallique des dômes comprenait les piliers à caisson montant jusqu'à la naissance des coupoles, les poutres reliant ces piliers à leur sommet et au niveau du plancher de l'étage, les consoles, les poutres et les solives des planchers; ceux-ci présentaient, en leur milieu, un oculus circulaire de $8^{m}70$ de diamètre. Tout le surplus de l'ossature était en charpente de bois. Les coupoles extérieures avaient leur revêtement en plâtre sur métal déployé; les façades et les voûtes offraient la même structure que pour les loggias.

Dans les deux palais, les escaliers étaient en acier et bois.

Les eaux pluviales et ménagères s'écoulaient au moyen de tuyaux en grès aboutissant aux égouts des avenues et aux anciens égouts du Champ de Mars.

2. *Château d'eau.* — La maçonnerie ordinaire avait été employée pour la partie inférieure du motif principal jusqu'au plancher haut du rez-de-chaussée, pour les pylônes au-dessous de la voûte sphérique, pour les piliers supportant l'ossature des vasques supérieures, pour les murs et les piliers des souterrains, pour les fondations des bassins et de leurs bordures.

Étaient en ciment armé les murs de soutènement des remblais, les planchers d'étage du portique et leurs appuis, les planchers hauts

de rez-de-chaussée du Château d'eau, le grand escalier, les voûtes « support des vasques, la niche avec son arc-doubleau et sa voûte sph« rique, le déversoir supérieur.

Pour les autres parties du motif principal, l'architecte avait e recours à la charpente de sapin. Tel était le cas des raccords en quaı de cercle et de leurs coupoles, du comble couvert en zinc qui rejetai les eaux pluviales dans le chéneau longeant le palais de l'Électricité des grandes courbes se réunissant au vaste cartouche qui couronnail l'arc, de la salle d'étage derrière le Château d'eau.

Des enduits en plâtre et des staffs enveloppaient la maçonnerie, le ciment armé ou la charpente de bois dans les zones placées en dehors de l'atteinte des eaux. Les autres zones avaient été revêtues en mortier et ciment.

Certains éléments de la construction exposés à l'eau et placés bien en vue, comme les rebords des vasques inférieures et les bordures des bassins, étaient en pierre de taille. La pierre avait également servi pour les balustrades des terrasses et les deux escaliers extérieurs.

De part et d'autre du motif central, les travées d'étage du portique présentaient le même système de construction que dans les palais.

4. Aspect général. Décoration extérieure et décoration intérieure. — Le Château d'eau, dominé par la crête très ajourée du palais de l'Électricité, les loggias latérales, les façades du palais de la Mécanique et du palais de l'Industrie chimique avec leurs portiques, enfin les dômes d'entrée de ces palais, formaient à l'extrémité du jardin central un vaste ensemble décoratif au milieu duquel se développaient les rampes bordées de verdure et de fleurs, ainsi que les bassins, leurs effets d'eau le jour et leurs effets lumineux la nuit. Dans la composition de cet ensemble, M. l'architecte Paulin s'est efforcé d'obtenir un aspect de fête, tout en conservant des lignes ordonnancées. Il a fait, pour la décoration, de larges emprunts à la flore et à la faune aquatiques, joint aux motifs ainsi créés quelques figures allégoriques prises également dans le domaine des eaux (sirènes,



Phot. A. Liébert

PALAIS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Façade sur le jardin



Phot. Constant Robert

PALAIS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Dôme contigu au Palais du Génie civil

dieux marins, sources, etc.), réservé aussi dans les façades des dômes une place à la flore terrestre et aux attributs de la Mécanique et de l'Industrie chimique.

1. *Palais.* — Le portique de chaque palais comprenait : au premier étage, dix arcades en plein cintre de 7m 40 d'ouverture entre les nus intérieurs des piliers; au rez-de-chaussée, huit arcades en anse de panier de 7m 20 de largeur (les deux dernières travées vers l'École militaire se trouvant sous la terrasse de fond du jardin).

Une grande frise, une corniche avec modillons et une balustrade couronnaient ce portique; le listel supérieur de la corniche était à 22m 52 en contre-haut du sol. Au-dessus de chacun des piliers, la frise contenait un cartouche avec enfants; ces piliers s'accusaient, en outre, par des mâts. Les travées de l'étage comportaient des balcons saillants à balustres; une décoration picturale ornait les voûtes de cet étage.

Le motif central de la façade des dômes présentait une arcade en anse de panier au rez-de-chaussée, une arcade en plein cintre à l'étage, un panneau décoratif qu'accompagnaient deux figures d'adolescents, par M. Roux, et que surmontait une figure personnifiant, soit *la Mécanique* (M. Picaud), soit *la Chimie* (M. de Saint-Vidal). De part et d'autre du motif central, la façade se raccordait aux deux palais contigus par des parties circulaires percées d'arcades au rez-de-chaussée et à l'étage. La coupole était à nervures et ajours; elle portait un fort épi ajouré dominant de 49 mètres le sol du Champ de Mars.

Tout l'intérêt se concentrant sur le jardin, les façades La Bourdonnais et Suffren avaient été très simplement traitées. Quelques moulures en plâtre, quelques consoles en bois avec mâts et drapeaux en composaient la décoration.

L'intérieur des palais était peint en tons unis : vert clair pour l'acier et les enduits des murs; brun discret pour les boiseries. Extérieurement, les façades sur le jardin avaient reçu un ton de pierre et les façades opposées un ton rose.

2. *Château d'eau.* — Parmi les éléments constitutifs du Château d'eau, la première place appartenait à la grande niche.

L'arc de tête encadrant cette niche était décoré d'une forte moulu-ration avec feuillages et d'une frise en bas-relief d'oiseaux aquatiques, de crocodiles, de castors, de loutres, etc., se jouant et se battant au milieu de plantes d'eau. A son sommet s'élevait un volumineux cartouche au chiffre de la République, accompagné de génies (M. Octobre). Le relief de l'intrados de l'arc à la clef par rapport au sol du Champ de Mars était de 38m44; celui du cartouche, de 50 mètres.

Au-dessous de l'arc courait une corniche à modillons et feuillages, ayant son filet supérieur à 26m17 en contre-haut du sol. Cette corniche s'étendait sur les pieds-droits, sur les pylônes et sur les parties circulaires où elle se courbait en fronton, pour venir ensuite buter contre la façade du fond.

Chacun des pylônes portait un énorme vase faisant pinacle et orné de figures, ainsi que de plantes marines (M. Desbois, statuaire). Les raccords en quart de cercle avaient pour couronnement un dôme, du sommet duquel partait une forte nervure en forme d'S, moulurée et décorée de feuillages, qui allait aboutir, en volute, au cartouche culminant du grand arc; cette nervure se reliait à l'extrados de l'arc par une surface courbe, à godrons et ajours, raccordée avec le dôme; les deux nervures et le cartouche constituaient au-dessus de l'arc une sorte de cimier.

La voûte en quart de sphère ou cul-de-four de la niche était agrémentée d'ajours et de nervures. Celles-ci rayonnaient autour de l'ouverture d'une grotte elliptique de 8m40 de largeur et de 6m50 de profondeur, qui servait d'origine à la cascade. La grotte faisait sur le fond de la niche une légère saillie, portée par un mur-tambour dont les baies laissaient voir un rocher. Elle était décorée de stalactites et de plantes aquatiques, bordée de capricieuses moulures et entourée d'un important haut relief de M. Hippolyte Lefebvre: *la Déesse des nuées déchaînant la tempête et jetant l'épouvante parmi les habitants des eaux.* Ce haut relief occupait aussi tout le bas du cul-de-four et se liait à un combat de sirènes et de monstres marins, placé sous la vasque qui débordait de la grotte à 29m17 du sol. Entre le



Neurdein frères, Phot.

CHATEAU D'EAU ET PALAIS DE L'ELECTRICITÉ

tambour supportant la saillie de la grotte et les pieds-droits de l'arc, six petites niches avec mascarons et vasques, séparées par des figures (M. Hannaux), découpaient la surface cylindrique de la grande niche.

Sous la corniche des pylônes, de petites niches et des bas-reliefs dus à M. Hannaux (sources et dieux marins) constituaient un lien avec les six niches de la partie cylindrique et avec les frises de couronnement des loggias. Les niches des pylônes avaient pour base des vasques décorées par M. Perrin.

La grande arcade sur plan droit de chacun des raccords en quart de cercle était surmontée d'une trompe rejoignant le nu circulaire. Au-dessus de cette trompe, un haut relief de chevaux impétueux retenus par des naïades (M. Cordier) émergeait d'un renfoncement enveloppé de moulures et de feuillages. Sur la corniche-fronton se trouvait un groupe formé d'une naïade et d'enfants (M. Mengue). Enfin un groupe d'enfants (M. Schnegg) et un grand mât couronnaient le pilier contre lequel butait le mur de face de la loggia contiguë.

En avant du mur-tambour de la niche principale, des vasques de formes diverses, ornées de bossages avec congélations, d'algues, de poissons, aboutissaient à la vasque plus large disposée par-dessus la galerie en arc de cercle. Cette galerie percée d'arcades et décorée de bossages, de congélations, de mascarons, de figures aquatiques (MM. Gauquié et Perrin), se terminait à chaque extrémité par une fontaine pyramidale, au pied de laquelle était l'escalier conduisant aux souterrains; une distance de 51^{m}56 séparait les arcs des deux fontaines.

Devant la galerie était un bassin supérieur dont l'eau s'écoulait par une vasque accompagnée, à ses extrémités, de deux groupes d'enfants et de gros poissons (M. Fontaine). Contre cette vasque, haute de 2 mètres, devait être adossé le groupe de *la Lumière*, par M. Injalbert (Femme assise dans un char en forme de grande coquille, faisant fuir dans l'eau et dans les rochers les génies des ténèbres) : l'œuvre, n'ayant pas été terminée en temps utile, ne put être mise en place.

Puis s'étageaient trois vasques amenant l'eau au grand bassin inférieur. Au pourtour de ces vasques et de ce bassin étaient huit vases

(M. Berthet), des mascarons grotesques, deux groupes de sources et d'enfants couronnant des motifs avec vasques au bas des rampes (MM. Pallez et Desruelles), deux crocodiles et huit grenouilles (M. Perrin).

L'eau jaillissait de la grotte, tombait d'une hauteur de 11^{m}67, se précipitait de vasque en vasque, faisait devant la galerie en arc de cercle une chute de 3^{m}70, passait dans le bassin supérieur et, après une nouvelle chute de 2 mètres, gagnait les dernières vasques pour se répandre dans le bassin inférieur.

Elle jaillissait aussi des dix petites niches décorant le fond du motif principal et les pylônes, des poissons fantastiques ornant les vasques supérieures, des fontaines pyramidales et de tous les motifs garnissant les bords des bassins.

Quelques petits jets verticaux avaient été disposés dans les vasques supérieures. Des jets analogues s'échelonnaient en ceinture à l'avant de la galerie courbe. Ensuite surgissait un vaste bouquet de gerbes paraboliques, faisant le fond d'une sorte d'allée d'eau qui se composait de huit gerbes moyennes et de deux grosses gerbes réparties dans le bassin inférieur.

Des voûtes de diverses formes et une décoration d'ensemble avaient été étudiées pour les salles de l'édifice, pour l'escalier, pour la galerie courbe. Le défaut de temps empêcha la réalisation complète du programme. Néanmoins il fut possible de placer dans les salles des raccords en quart de cercle les motifs de fontaines avec mascarons et les cartouches avec enfants dus à MM. Berthet et Dolivet.

5. Fondations. — 1. *Palais.* — Les fondations des galeries d'exposition étaient constituées par des massifs de béton coulé dans des puits circulaires de 1^{m}20 à 1^{m}55 de diamètre, qui correspondaient aux piliers métalliques et qui descendaient à une profondeur moyenne de 5 mètres. Une chape en ciment de Portland, arasée à la cote (35.20), c'est-à-dire à 0^{m}40 en dessous du sol, recouvrait le béton et recevait les semelles des poteaux. Des arcs en béton reliaient les puits des façades sur les avenues.

Pour les façades des loggias, le système de fondation était le même.

Mais les massifs avaient une section rectangulaire et se trouvaient arasés à la cote (35.45).

A l'emplacement des caves destinées aux établissements de consommation, le sol avait été fouillé jusqu'à la cote (32.60). Des puits de $1^{m}50$ de diamètre établis au fond de la fouille portaient les arcs en meulière sur lesquels s'élevaient les murs, ainsi que les contreforts correspondant aux piliers métalliques. Le plancher haut du sous-sol était hourdé en briques creuses de $0^{m}11$ d'épaisseur et ciment.

Les fondations des dômes se composaient de grands massifs rectangulaires ou polygonaux de béton, ayant une profondeur moyenne de 5 mètres, arasés à la cote (33.70), et sur lesquels reposaient les semelles des caissons en acier. Par-dessus cette arase était étendue une couche de béton de ciment, d'une épaisseur de $0^{m}50$, recevant les couches des charpentes en bois.

Sous les piliers des salles pentagonales se trouvaient également des massifs de béton, d'une profondeur moyenne de 5 mètres, arasés à la cote (35.15) et recouverts d'une chape en ciment de Portland de $0^{m}05$ d'épaisseur.

Adjugées à M. Versillé, en même temps que d'autres maçonneries, les fondations des palais ont été commencées le 15 juillet 1898 et terminées vers la fin de décembre.

2. *Château d'eau.* — Le Château d'eau avait pour base d'énormes massifs de béton placés sous les pylônes du grand arc et sous les piles en maçonnerie de meulière, qui recevaient les ossatures en ciment armé et les grandes pièces de la charpente en bois. Ces massifs descendaient à la cote (30.65), soit à $4^{m}95$ au-dessous du sol.

Tous les murs des galeries sous les bassins étaient en maçonnerie de meulière; ils reposaient sur des arcs en maçonnerie de même nature, portés par des puits de béton dont la hauteur variait de $1^{m}50$ à 5 mètres selon l'altitude des bassins. Les piliers placés dans ces galeries pour fournir un appui aux fers des planchers avaient été faits en briques, façon Bourgogne, au-dessus de puits en béton. D'autres piliers, sous les murs des vasques, se trouvaient constitués par de la maçonnerie de brique ou de la maçonnerie de meulière suivant

leur section. Les bordures latérales et la bordure du grand bassin étaient en meulière, avec arcs de support se déchargeant sur des puits de béton. Pour la fondation des vasques latérales étagées de chaque côté du grand bassin, l'architecte avait eu recours à des pieux battus de distance en distance.

Les terrassements nécessités par l'exécution des galeries souterraines prirent une importance dépassant de beaucoup les prévisions initiales et présentèrent de sérieuses difficultés. D'une part, en effet, les besoins de l'entreprise des fontaines lumineuses conduisirent à des extensions considérables; ces extensions eurent, d'ailleurs, pour résultat de faciliter la visite des sous-sols par le public. D'autre part, les fouilles rencontrèrent de très puissants massifs de béton provenant des fondations du Dôme central de 1889 et il fallut, parfois, recourir aux explosifs.

Comprises dans le même lot que les fondations des palais, celles du Château d'eau et des bassins furent entreprises par M. Versillé en janvier 1899 et terminées : 1° à la fin de février 1899, pour le Château d'eau proprement dit; 2° au commencement de mars 1900, pour les bassins.

6. Ossature métallique des palais [1]. — 1. *Galeries.* — Les piliers courants des fermes avaient une section en croix du sol au plancher de l'étage et une section en double T de ce plancher aux combles. Faits de tôles et cornières assemblées, ils présentaient une largeur de 0m 45. Des arceaux à treillis, dont la membrure supérieure portait une large tôle constituant fond de chéneau, les contreventaient à leur sommet; les poutres du plancher de l'étage concouraient, en outre, à leur contreventement longitudinal.

Toutes les fermes élémentaires des nefs de 27 mètres et des galeries contiguës appartenaient au type cantilever. Elles se raccordaient aux piliers à 13m 75 du sol. Sur les galeries de 9 mètres ou de 12m 50

[1] Au Château d'eau, le métal n'a servi que pour les planchers de poutres et de solives portant le radier des bassins au-dessus des salles souterraines et recevant les nombreuses trémies des glaces destinées aux effets lumineux. Ces planchers n'appellent pas d'explications particulières. M. Roussel fut chargé des travaux.



Phot. A. Chevojon

PALAIS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Ossature métallique d'une nef

étaient jetées des poutres à treillis, avec intrados en anse de panier et extrados tracé suivant un double rampant : pour les galeries de 9 mètres, la hauteur de ces poutres au faîtage était de $2^{m}30$ environ ; des lanterneaux légers occupaient la moitié de leur largeur. De part et d'autre des appuis ou d'un côté seulement, elles se prolongeaient par un auvent à treillis présentant un porte-à-faux de 9 mètres et formant l'un des égouts de la ferme de 27 mètres, l'autre égout étant fourni par l'auvent du cantilever voisin ; la hauteur des auvents à leur extrémité ne dépassait pas $0^{m}55$. Un lanterneau de ventilation surélevé franchissait l'intervalle de 9 mètres réservé entre les becs des deux volées ; ses supports consistaient en fermettes à treillis placées au droit des fermes et au milieu de leur espacement, distantes par suite de $4^{m}50$, et prenant leurs points d'appui sur des sablières qui reliaient les extrémités des auvents ; il montait à $23^{m}07$ en contre-haut du sol.

Les fermes successives d'une même galerie étaient réunies par des pannes à treillis en ⋈ d'une portée de 9 mètres. Sur ces pannes se trouvaient : 1° à la base de chaque rampant des fermes de 9 mètres ou de $12^{m}50$ et dans la partie inférieure des auvents, un voligeage jointif recouvert de zinc ; 2° à la partie supérieure des auvents, des ressauts vitrés par lesquels pouvait s'effectuer la ventilation. Les travées de vitrage se composaient de fers à T et de pannelettes reportant la charge sur les pannes par l'intermédiaire de montants.

Dans les nefs transversales de $27^{m}40$ élevées à la limite du palais des Fils, Tissus, Vêtements, et de celui du Génie civil et des Moyens de transport, les fermes, boulonnées sur les piliers au même niveau que celles des autres galeries, étaient à treillis, avec membrure inférieure en anse de panier et membrure supérieure à deux pans rectilignes ; elles avaient une hauteur de 4 mètres au faîtage, se trouvaient espacées de 9 mètres et montaient à $25^{m}875$ au-dessus du sol. Les pannes à treillis reliant ces fermes portaient, sur chaque versant de la couverture, deux ressauts vitrés.

Quant aux fermes des galeries transversales de 9 mètres et de $12^{m}50$, elles avaient la même structure que celles des galeries similaires longitudinales.

2. *Dômes d'angle et salles pentagonales.* — L'ossature des dômes d'angle ne comportait de métal que pour les piliers et le plancher de l'étage. Au pourtour de chaque dôme se répartissaient sept forts caissons verticaux à croisillons, pourvus de semelles à leur partie inférieure et reliés à leur sommet, c'est-à-dire à 21^m^60 en contre-haut du sol, par deux cours polygonaux de poutres; des croisillons, placés au-dessus et au-dessous de ces poutres, en assuraient le contreventement. Une liaison existait également entre les caissons au niveau du plancher de l'étage. Sur le support ainsi constitué reposait la coupole en charpente de bois.

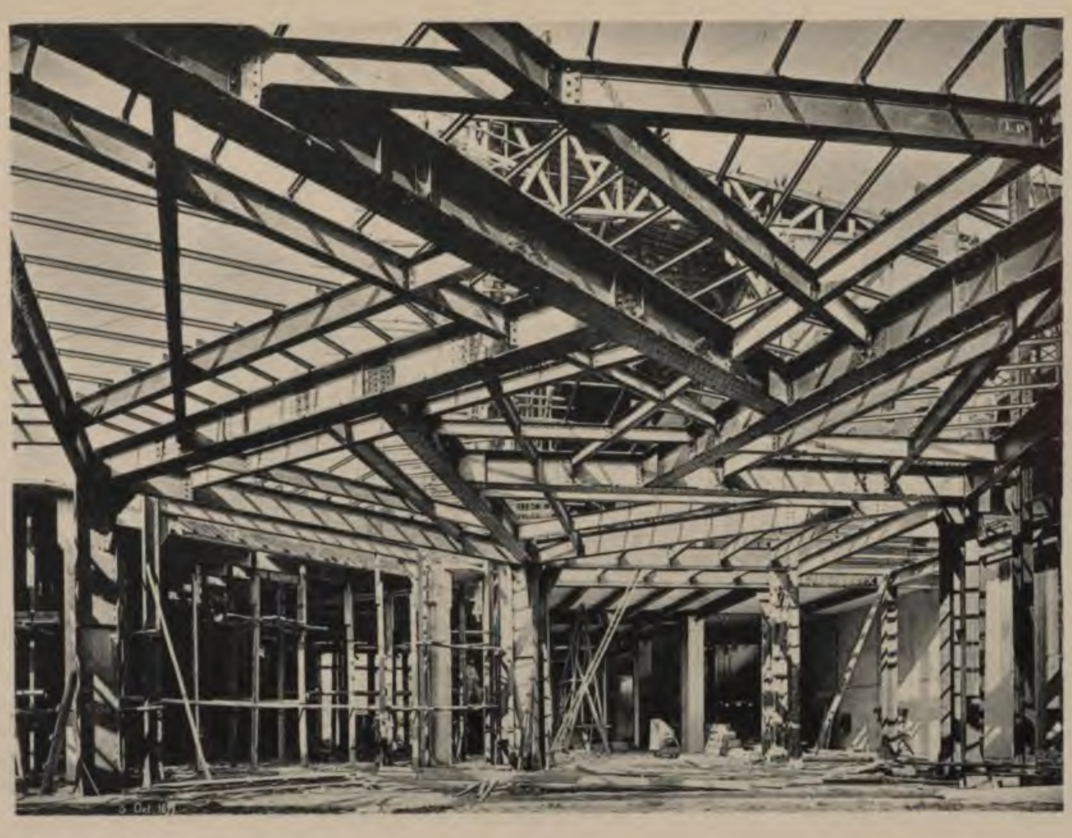
Pour les salles pentagonales, les piliers ne s'élevaient que jusqu'au plancher du premier étage. Ils occupaient les angles du pentagone, présentaient un espacement de $11^{m}48$ et avaient une section en double т de $0^{m}230 \times 0^{m}300$. Des poutres formaient ceinture à l'étage.

3. *Planchers. Passerelles.* — Les planchers des galeries de 9 mètres ou $12^{m}50$ se composaient : 1° de poutres principales à âme pleine disposées entre les piliers perpendiculairement à la direction générale de ces galeries ; 2° de 4 poutres longitudinales secondaires à croix de Saint-André, dont deux formaient bordure et contreventaient les poteaux d'une même file ; 3° de solives en acier espacées de 1 mètre, reposant sur les poutres secondaires et portant le parquet par l'intermédiaire de lambourdes.

Sous les établissements de consommation, les caves étaient couvertes par un plancher en acier avec voûtes en briques. Les planchers hauts avaient des poutres et des solives métalliques.

Dans les loggias, le plancher de l'étage était fait de poutres transversales soutenues par les poteaux en acier, de poutrelles et enfin de solives. Ces dernières pièces, ordinairement distantes de $0^{m}728$, recevaient le hourdis en plâtre avec grillage métallique.

Les poteaux à caisson des dômes d'angle, réunis comme je l'ai déjà indiqué au niveau du plancher de l'étage, recevaient chacun deux consoles en porte-à-faux de $4^{m}90$, que reliaient des ceintures et des poutrelles circulaires servant de support aux solives à double т. Au centre avait été ménagé un oculus de $8^{m}70$ de diamètre.



Phot. A. Chevojon

PALAIS DE LA MÉCANIQUE

Ossature de la salle pentagonale

Des cinq appuis de la salle pentagonale, espacés de 11m 48, partaient, pour constituer le plancher de l'étage, cinq poutres principales distribuées de manière à former une enrayure dans laquelle chaque poutre avait comme supports son appui spécial et la poutre principale précédente. Ces poutres dessinaient ainsi un pentagone régulier intérieur dont les côtés se prolongeaient jusqu'aux angles du pentagone extérieur. Les vides existant entre les deux pentagones étaient fractionnés par des poutrelles soutenant les solives à double T et le parquet.

Les passerelles à travers les grandes nefs avaient une structure analogue à celle des planchers d'étage dans les petites galeries. Des appuis distants de 9 mètres supportaient les poutres de rive.

4. *Méthodes de calcul.* — Chacune des fermes courantes appartenant au type cantilever pouvait être considérée comme un système en équilibre reposant sur deux appuis ou articulations et constitué par une poutre centrale, avec une ou deux consoles de prolongement en porte-à-faux de 9 mètres au delà des appuis. La détermination des efforts agissant sur ces fermes s'est faite sans difficulté au moyen de la méthode graphique.

Eu égard à la forme des fermes de 27m 40, il a été possible de négliger leur poussée et de les assimiler à des poutres américaines portées simplement par deux supports. Le tracé d'un polygone de Cremona a suffi pour l'appréciation des efforts dans les différentes barres.

Les calculs relatifs aux dômes, aux salles pentagonales, aux planchers et à la couverture n'ont offert aucune particularité.

5. *Exécution des travaux ; montage.* — En avril 1898, MM. Baudet, Donon et Cie ont été déclarés adjudicataires des travaux de l'ossature métallique. Au mois de mai de la même année, sur la demande de ces constructeurs, M. Roussel leur a été substitué pour le palais de la Mécanique, c'est-à-dire pour la moitié de l'entreprise.

Bien que les deux palais fussent composés d'éléments identiques, M. J. Roussel, d'une part, et MM. Baudet, Donon et Cie, d'autre part, ont eu recours à des procédés de montage différents.

M. Roussel a utilisé deux échafaudages de même type, couvrant en plan un carré de $7^m 50 \times 7^m 50$, pourvus de quatre appareils de roulement et comportant deux plates-formes, l'une à $27^m 15$ au-dessus du sol, l'autre à la partie inférieure. Ces échafaudages agissaient simultanément. Pour chacun d'eux, l'appareil de levage consistait en une bigue spéciale. Toutes les manœuvres étaient ramenées à des treuils disposés sur la plate-forme inférieure. Deux chariots de roulement à mouvements rectilignes et perpendiculaires portaient la bigue de chaque pylône; l'extrémité de la volée décrivait des arcs d'ellipse très aplatis, ce qui présentait, par rapport aux grues à pivot fixe, l'avantage de réduire notablement le porte-à-faux de cette volée.

Le rivetage des pièces principales se faisait au niveau du sol. Quant à l'ordre du montage, il était réglé de manière à mettre successivement en place les travées de 9 mètres ou de $12^m 50$ avec leurs auvents.

MM. Baudet, Donon et Cie se sont servis de deux échafaudages distincts, combinés l'un pour les nefs de 27 mètres et $27^m 40$, l'autre pour les galeries de 9 mètres et $12^m 50$, et ne comportant comme appareils de levage que des treuils placés sur une plate-forme supérieure.

De ces deux échafaudages, le premier était constitué par un pylône en charpente mobile sur trois files de rails espacées de $8^m 50$. Au sommet, soit à 14 mètres du sol, la plate-forme de manœuvre, mesurant $24^m 50 \times 7^m 25$, recevait un chevalet de montage susceptible de déplacements. Eu égard à ses dimensions, l'échafaudage avait été étudié de façon à opérer le montage, dans quelque sens qu'il se déplaçât; à cet effet, le chevalet comportait une volée en porte-à-faux tant à l'avant qu'à l'arrière.

Le second échafaudage se mouvait sur une voie de $7^m 75$ de largeur. A $13^m 50$ en contre-haut du sol, sur la plate-forme de $12^m \times 11^m$, étaient deux chevalets de hauteurs différentes se déplaçant dans deux sens perpendiculaires.

Mises en place par tronçons et d'abord assemblées d'une manière provisoire, les pièces subissaient ensuite le rivetage.

Commencées le 20 mars 1899 pour le palais de la Mécanique et le



Phot. A. Chevojon

PALAIS DE LA MÉCANIQUE

Montage de la nef transversale (M. Roussel)

15 février 1899 pour le palais de l'Industrie chimique, les opérations étaient achevées respectivement le 25 novembre et le 20 décembre de la même année.

6. *Statistique des poids.* — Le tableau suivant récapitule les poids totaux, les poids par mètre carré et les poids par mètre cube des diverses parties du palais de la Mécanique et du palais de l'Industrie chimique :

DÉSIGNATION DES PARTIES DE LA CONSTRUCTION.		POIDS.	SURFACE COUVERTE.	POIDS par MÈTRE CARRÉ COUVERT.	VOLUME ABRITÉ.	POIDS par MÈTRE CUBE ABRITÉ.
		kilogr.	m. q.	kilogr.	m. c.	kilogr.
Palais de la Mécanique.	Galerie-portique en bordure du jardin central.	364,070	2,140	170.1	22,300	16.3
	Galeries de 9 mètres, 27 mètres, 12m 50...	1,389,652	13,470	103.1	246,200	5.6
	Galerie de 27m 40......	364,585	3,300	110.5	71,500	5.1
	Dôme d'angle.........	186,200	490	380.0	10,600	17.6
	Pavillon pentagonal et annexes.............	51,263	370	138.5	2,600	19.7
	Plancher haut du sous-sol.	19,897	500	39.8	"	"
	TOTAUX ET MOYENNES......	2,375,667	19,770	120.1	353,200	6.7
Palais de l'Industrie chimique.	Mêmes éléments que pour le palais de la Mécanique............	2,375,667	19,770	120.1	353,200	6.7
	Passerelles...........	24,020	270	89.0	"	"
	TOTAUX ET MOYENNES.......	2,399,687	19,770	121.4	353,200	6.8
Ensemble des deux palais : TOTAUX ET MOYENNES...................		4,775,354	39,540	120.8	706,400	6.8

En tenant compte des surfaces supplémentaires fournies par les planchers, le poids au mètre carré s'abaisserait à 73 kilogr. 7 pour le palais de la Mécanique et à 74 kilogr. 4 pour le palais de l'Industrie chimique.

7. Ciment armé (Château d'eau). — Le ciment armé se prête à des formes d'une extrême souplesse ; il était assez nouveau et cependant assez éprouvé pour trouver sa place dans les bâtiments de l'Exposition, où le Commissariat général avait le devoir de mettre en lumière les innovations intéressantes de l'art du constructeur ; son emploi permet-

tait, d'ailleurs, de réduire les approvisionnements d'acier déjà si difficiles à réaliser. Aussi reçut-il de larges applications dans le gros œuvre du Château d'eau et de ses dépendances, qui offraient à cet égard un champ d'expériences parfaitement approprié. Je vais passer rapidement en revue les éléments constitutifs de l'édifice pour lesquels l'Administration en fit usage.

1. *Murs de soutènement des terrasses.* — Les murs de soutènement des terrasses, construits directement sur le sol du Champ de Mars, avaient 6^{m}60 de hauteur. Ils comprenaient : 1° un plateau horizontal de fondation, d'une largeur de 3^{m}30 et d'une épaisseur de 0^{m}22, pourvu à l'avant d'un ergot qui s'opposait au glissement; 2° une cloison verticale de 0^{m}14 d'épaisseur à la base et de 0^{m}08 au sommet; 3° des contreforts de 0^{m}18 d'épaisseur, à forme triangulaire, distants de 1^{m}50 et faisant à la base, du côté des terres, une saillie de 2^{m}40. La charge des terres sur le plateau horizontal entre les contreforts apportait sa contribution à la stabilité de l'ensemble.

Dans le calcul des murs, les ingénieurs ont déterminé la largeur du plateau de telle sorte que la résultante des forces ne sortît jamais du tiers moyen, assimilé les contreforts à des consoles encastrées par le pied, enfin donné à la cloison verticale une rigidité suffisante pour prévenir la déformation sous la poussée des terres entre les contreforts: l'armature métallique et l'épaisseur de cette cloison diminuaient de la partie inférieure à la partie supérieure.

Ici, comme pour la plupart des autres constructions en ciment armé, la composition du béton était la suivante : sable, 0^{mc}400; gravillon, 0^{mc}850; ciment de Portland, 250 kilogrammes.

Le remblai a pu être appuyé au mur quinze jours après l'achèvement du ciment armé, sans qu'il se produisît aucune déformation anormale.

2. *Rez-de-chaussée des loggias.* — Les planchers des loggias encadrant le Château d'eau avaient pour supports des poteaux en ciment armé disposés suivant deux lignes parallèles, laissant entre elles une largeur de 10 mètres. De ces deux lignes, l'une se confondait avec le mur de soutènement; ses poteaux étaient incorporés au mur, mais re-

posaient sur des puits de fondation en béton. L'autre longeait le palais de l'Electricité. Dans chacune des lignes, l'intervalle des poteaux avait été fixé à 10 mètres.

Deux cours de poutres maîtresses longitudinales réunissant les poteaux de chaque file recevaient des poutres maîtresses transversales, soutenant elles-mêmes des poutrelles et un hourdis de $0^m 10$ d'épaisseur.

La charge pratique prévue au cahier des charges pour ces planchers était de 1,000 kilogrammes par mètre carré; la charge d'épreuve, de 1,500 kilogrammes.

Seuls, les poteaux et les poutres maîtresses furent exécutés sur place eu égard à leur poids et à l'impossibilité de leur bardage. Au contraire, les poutrelles constituant les nervures du hourdis purent être préparées au chantier, puis posées comme des pièces de charpente en bois. Ce mode de faire est, d'ailleurs, l'une des caractéristiques propres aux procédés de M. Coignet; il se recommande au point de vue de la réduction des échafaudages et des cintres.

3. *Planchers hauts du rez-de-chaussée du Château d'eau.* — Ces planchers faisaient suite aux terrasses et les reliaient sous le Château d'eau. Ils se rattachaient à trois types d'une portée de 6, 8 et 12 mètres, et consistaient en de simples hourdis à nervures, reposant sur des poutres maîtresses ou sur les murs en maçonnerie.

Le hourdis des planchers de 6 mètres avait $0^m 08$ d'épaisseur; il était raidi par des nervures de $0^m 20 \times 0^m 30$, distantes de $2^m 20$ environ d'axe en axe.

Celui des planchers de 8 mètres présentait une épaisseur de $0^m 06$ et comportait des nervures de $0^m 20 \times 0^m 40$, espacées de 2 mètres.

Pour les planchers de 12 mètres, l'épaisseur du hourdis, l'équarrissage des nervures et leur espacement étaient respectivement de $0^m 06$, $0^m 20 \times 0^m 40$ et $1^m 60$.

Le marché prévoyait une charge pratique de 500 kilogrammes par mètre carré.

4. *Grand escalier.* — Au départ du rez-de-chaussée, une première

volée de $6^{m}50$ de largeur conduisait à un palier intermédiaire d'où se détachaient deux branches de 5 mètres, ayant chacune deux volées.

Toute la construction portait sur des murs d'échiffre en maçonnerie ordinaire.

Les paliers étaient constitués par des hourdis à nervures et les emmarchements supportés par des poutres inclinées suivant la pente de l'escalier.

Pour la facilité d'exécution et par raison d'économie, au point de vue des bois de cintrage, l'escalier avait sa face inférieure pleine et non à crémaillère, ce qui augmentait considérablement la masse du béton et par suite le poids de la construction.

5. *Voûtes de support des vasques.* — Les vasques s'étageant pour former les cascades depuis l'intérieur de la niche jusqu'aux bassins des fontaines lumineuses étaient soutenues au-dessus des galeries et du grand escalier par un réseau de cloisons ou arcs d'une très faible épaisseur, dont l'intrados épousait la forme des voûtes inférieures et dont l'extrados se découpait suivant le profil des vasques; ces arcs avaient une portée atteignant 10 mètres.

Eu égard à la grande hauteur de leur section, les arcs présentaient un moment d'inertie très élevé, et les efforts de flexion ne leur causaient qu'une fatigue relativement faible. Dans la plupart des cas, l'effort tranchant leur imposait un travail plus considérable.

La charge à laquelle ils devaient résister comprenait le poids des vasques, de leur décoration, d'une couche d'eau de $0^{m}50$ environ d'épaisseur, enfin d'une partie de la cloison cylindrique constituant la niche. Pour le surplus, cette cloison avait comme supports quatre poteaux faisant corps avec elle et reposant sur une fondation en maçonnerie.

6. *Grande niche, voûte sphérique, arc de façade.* — La cloison cylindrique verticale de la grande niche avait $0^{m}10$ d'épaisseur. Elle était divisée suivant la hauteur en deux tronçons par le tambour en saillie soutenant le déversoir. Chacun des tronçons avait été disposé de manière à constituer une véritable poutre de 10 mètres de hauteur; à cet effet,

des semelles en ciment armé régnaient au sommet et au pied de la cloison, dont les extrémités s'appuyaient directement sur les maçonneries de fondation et que raidissaient, en outre, des montants ou nervures verticales de $0^{m}20 \times 0^{m}20$ d'équarrissage; les pièces verticales étaient solidement entretoisées. Six niches secondaires d'un diamètre de $2^{m}16$ formaient évidement.

Quant à la voûte sphérique couronnant la niche, elle comportait un hourdis général de $0^{m}08$ d'épaisseur, soutenu par une série d'arcs en plein cintre parallèles à la façade. Ces arcs, séparés par un intervalle de 3 mètres environ, se composaient de deux membrures et de montants raidis au moyen de goussets; l'une de leurs membrures était reçue sur la cloison cylindrique de la niche, l'autre sur un plancher latéral de service; quatorze entretoises ajourées et dirigées suivant des méridiens assuraient, avec le hourdis sphérique, le contreventement des arcs. La charge prévue pour les décorations que devait supporter cette voûte avait été fixée à 300 kilogrammes par mètre carré.

L'arc-doubleau en plein cintre avait $23^{m}80$ de diamètre intérieur, $1^{m}97$ de largeur et $2^{m}80$ de hauteur. Ne pouvant prendre son appui au sommet des pylônes, dont la grande hauteur et les faibles dimensions s'opposaient à cette disposition, l'arc était prolongé par deux pieds-droits aboutissant à la base de ces pylônes, où les réunissait un tirant en ciment armé sous les radiers des vasques. En raison des charges considérables auxquelles il devait résister, sa section affectait une forme tubulaire : quatre membrures de $0^{m}40 \times 0^{m}40$, occupant les angles, étaient reliées par un hourdis de $0^{m}10$ d'épaisseur à l'intrados et sur les faces verticales, ainsi que par des diaphragmes faits d'un cadre de potelets et d'un hourdis de $0^{m}10$. L'armature de chacune des membrures comprenait 16 fers plats de $0^{m}050 \times 0^{m}014$; des couvre-joints et des boulons donnaient à ces fers la continuité voulue; l'assemblage entre les fers des potelets et ceux des membrures présentait un dispositif analogue. Au droit de la retombée des charpentes postérieures, les charges se répartissaient par des plates-formes sur les deux flasques de l'arc. Des éperons établis aux naissances reportaient sur la maçonnerie des pylônes une partie du poids.

Outre le poids de sa décoration, l'arc supportait de lourdes charges,

notamment celles que donnaient à la clef le grand cartouche, la charpente et la décoration des deux volutes de couronnement, les fermes du comble couvrant la niche et la galerie d'arrière. Les ingénieurs l'avaient calculé comme un arc métallique ordinaire chargé de 4,600 kilogrammes par mètre courant, de 130 tonnes au sommet et de 10 tonnes au voisinage de chaque naissance.

Le grand arc exigeait un travail très soigné. Aussi le dosage du béton fut-il modifié par un accroissement de la proportion de ciment (350 kilogrammes pour un mètre cube de sable graveleux).

Dans son ensemble, la construction donna les meilleurs résultats. Après décintrement, le sommet de l'arc baissa de $0^m 001$ à $0^m 0015$.

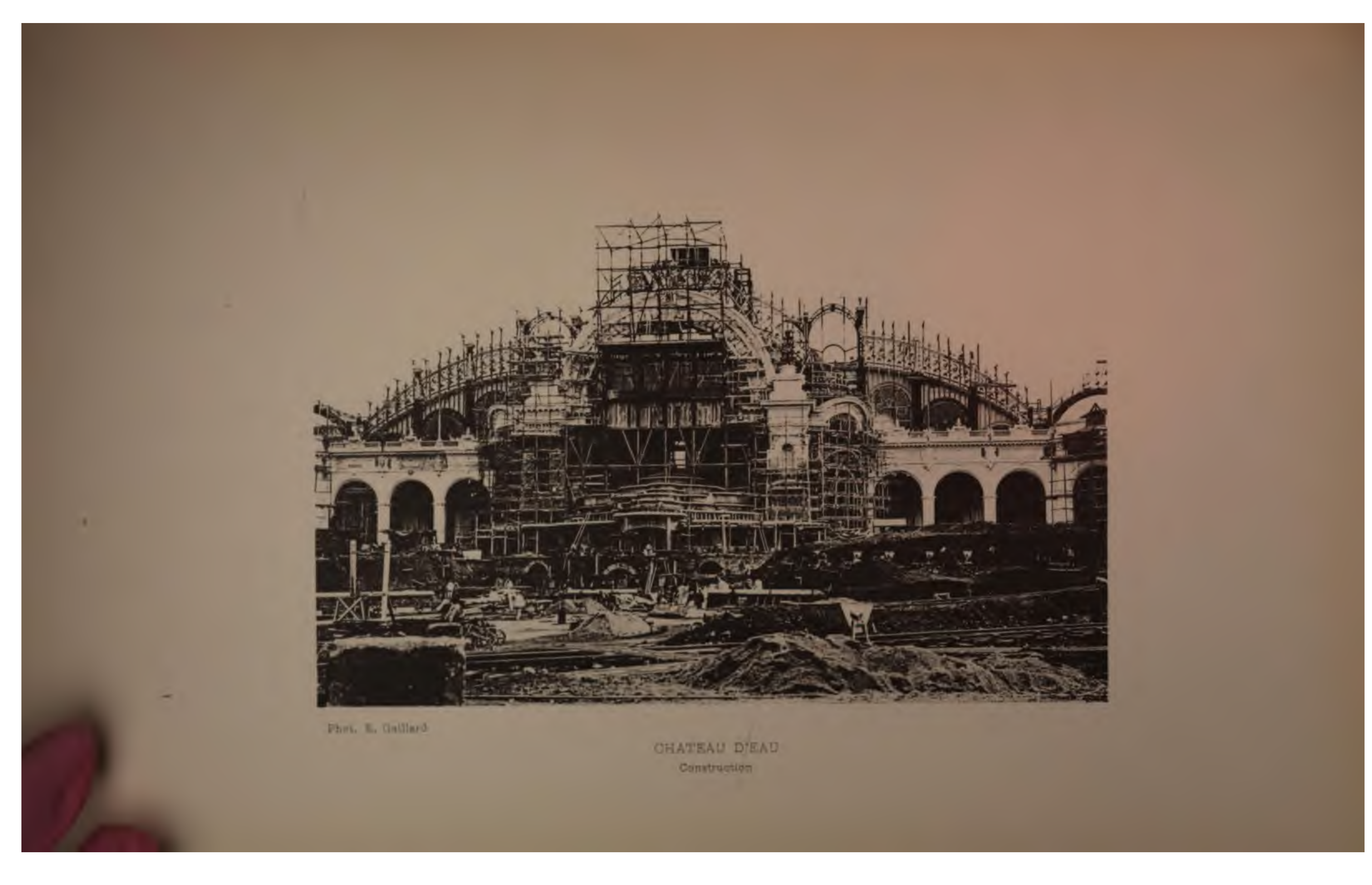
7. *Grotte et déversoir.* — Au fond de la niche et à sa partie supérieure, une voûte en cul-de-four, formant la grotte où jaillissait l'eau, venait en pénétration dans l'arc postérieur et reposait sur un plancher réglé à $28^m 67$ en contre-haut du Champ de Mars. Ce plancher s'étendait au-dessus de la galerie de 12 mètres située derrière le Château d'eau. Calculé pour une surcharge de 1,000 kilogrammes par mètre carré, il se composait d'un hourdis et de poutres d'une portée de 12 mètres. Les poteaux d'appui avaient une hauteur de 21 mètres; des contre-fiches inclinées à 45 degrés reliaient ces poteaux aux poutres horizontales.

Le plancher, prolongé en porte-à-faux dans l'intérieur de la niche, constituait une vasque ayant le rebord de son déversoir à $0^m 50$ plus haut.

Des douilles en fer avaient été employées pour l'assemblage des fers armant les poteaux. Les joints étaient, d'ailleurs, répartis avec soin, afin qu'une section quelconque du poteau opposât toujours la résistance voulue au flambage, particulièrement à craindre en raison de la grande hauteur des pièces.

8. *Vasques et radiers des bassins inférieurs.* — Un simple hourdis jeté sur les voiles de support constituait les vasques.

Les radiers des bassins inférieurs étaient également formés d'un



Phot. E. Gaillard

CHATEAU D'EAU

Construction

hourdis qui présentait une épaisseur de $0^{m}12$ ou de $0^{m}10$, selon qu'il reposait sur la terre ou sur les planchers en acier couvrant les salles souterraines.

9. *Exécution des travaux.* — Les travaux de ciment armé ont donné lieu à deux adjudications du 24 février et du 19 décembre 1899, passées l'une et l'autre au profit de M. Ed. Coignet. De ces deux adjudications, la première était relative au Château d'eau et aux terrasses; la seconde, aux bassins inférieurs.

Commencée le 1er mai 1899, l'exécution des ouvrages du premier lot a été terminée le 15 février 1900; celle du second lot a duré du 25 janvier au 1er avril 1900.

Pour le montage de la grande niche, l'entrepreneur s'est servi d'un échafaudage assemblé et boulonné, qui a supporté l'ossature en ciment armé pendant la durée de la prise.

8. Charpente en bois. — 1. *Palais.* — La charpente de bois a tenu une grande place dans l'ensemble formé par les palais et le Château d'eau.

Tout d'abord, les façades des palais étaient en pans de bois.

Du côté des avenues de La Bourdonnais et de Suffren, ces pans de bois se composaient de poteaux verticaux, de moises horizontales ou inclinées, ainsi que de poutres à treillis et de fourrures encadrant les baies. Sur l'ossature ainsi constituée s'appliquaient des planches en fibrocortchoina. Un couronnement en bois apparent avec consoles et mâts décorait les façades, principalement celle de l'avenue de La Bourdonnais.

Pour les loggias contiguës au jardin central, les piliers étaient faits d'un gros poteau principal avec mât, de poteaux secondaires et de moises. Entre ces piliers et dans leur partie haute, la carcasse de la frise et des arcades de l'étage comprenait de hautes poutres à moises et croisillons, que soulageaient, au milieu de chaque travée, des pièces inclinées tangentes à la courbe des baies et remplissant l'office de fermes. Des fourrures parfois importantes, rapportées sur l'ossature, recevaient le lattis ou les staffs.

Autour des dômes, des pans de bois enveloppaient de même les caissons en acier.

Enfin, la charpente des salles pentagonales présentait le même système de construction que les loggias.

Au-dessus des galeries d'exposition, les parties de la couverture revêtues en zinc comportaient un chevronnage et un plancher jointif de 27 millimètres d'épaisseur, en sapin. Le comble en appentis des portiques et des zones affectées aux établissements de consommation était établi au moyen de fermes-poutres à moises et croisillons, espacées de 4^m 50, reliées d'une part aux pans de bois des loggias et posées d'autre part sur la charpente métallique des cafés-restaurants. Pour les dômes, le poutrage supérieur en acier portait quinze fermes soutenant à la fois la coupole extérieure et la voûte intérieure; ces fermes avaient pour éléments de grandes pièces inclinées dont les extrémités inférieures se rejoignaient, des pièces verticales liées à l'aide de moises horizontales ou inclinées, ainsi qu'un poinçon: tous les poinçons, fortement réunis par des enrayures, dessinaient un cylindre montant jusque dans le grand épi de couronnement; des pannes recevaient les fourrures donnant la courbure de la coupole.

Les tourelles contiguës aux dômes contenaient des escaliers de service, échelles de meunier en bois.

Dans la charpente des palais comme dans celle du Château d'eau, les constructeurs ont strictement limité aux pièces principales l'usage des bois d'un fort équarrissage; ils se sont attachés aussi à réduire au minimum les assemblages par tenons et mortaises, en recourant dans la plus large mesure aux moisements boulonnés. Ce parti permettait de généraliser l'emploi des bastings et des madriers, facilitait les approvisionnements et simplifiait le montage.

Aux travaux de charpente proprement dits furent joints les planchers du rez-de-chaussée et de l'étage, en frises de sapin de 0^m 027 d'épaisseur posées sur lambourdes.

L'adjudication tentée en janvier 1899 ayant été infructueuse, M. Joannès Haour se chargea de l'entreprise par des marchés de gré à gré.

2. *Château d'eau.* — La grande niche et la galerie d'arrière étaient couvertes par un comble en appentis avec croupe, dans lequel pénétraient les dômes des raccords circulaires et les volutes du cimier. Ce comble écoulait ses eaux pluviales vers plusieurs chéneaux disposés, l'un contre le palais de l'Électricité, les autres le long des croupes et au bas des petits dômes. Il comprenait : 1° une ferme centrale s'appuyant sur le sommet de l'arc et sur le plancher en ciment armé de la grotte; 2° deux fermes-poutres symétriques formant pan de bois au-dessus de la galerie et supportées par l'arc ainsi que par des poteaux en bois; 3° d'autres fermes-pans de bois secondaires constituant les croupes et se liant à la charpente assez compliquée qui servait d'ossature aux façades, aux salles et aux dômes des raccords circulaires.

Cette dernière charpente se composait de fermes-pans de bois portant sur de forts poteaux, épousant les formes de l'architecture et s'entre-croisant avec d'autres fermes secondaires, pour constituer l'ossature des dômes et recevoir les bois des grandes volutes.

Des fourrures, consistant parfois en de véritables charpentes, permettaient l'application du métal déployé et des enduits, ainsi que l'accrochage des staffs.

La grande galerie était tout en pans de bois reliés aux fermes supérieures, qui contribuaient à supporter le plafond.

A droite et à gauche du Château d'eau, les loggias de l'étage comportaient une charpente semblable à celle des portiques voisins.

Des échelles de meunier étaient installées pour le service dans les deux pylônes et les combles du Château d'eau.

Les marchés conclus avec M. Joannès Haour pour la charpente en bois des palais ont été étendus au Château d'eau et à ses dépendances.

9. Maçonnerie en élévation. — 1. *Palais.* — Les travaux de maçonnerie en élévation des palais étaient les suivants :

Revêtements intérieurs et extérieurs des façades sur les avenues, en planches de fibrocortchoina clouées à la charpente et enduites de plâtre (MM. Guillon fils et Souillart, adjudicataires).

Enduits et moulurations des façades du jardin, exécutés sur lattis et parfois sur

métal déployé (M. Marie, soumissionnaire, à la suite d'une adjudication infructueuse).

Enduits en plâtre sur métal déployé pour les deux coupoles et leurs épis; enduits en plâtre de leurs dômes (M. Marie).

Hourdis en carreaux de plâtre des pans de fer (M. Marie).

Voûtes des loggias et des pentagones, faites d'un enduit en plâtre sur des nattes de roseaux qui étaient fixées à une légère ossature en bois (MM. Fabre et Cie, adjudicataires).

Hourdis en plâtre et gravats des planchers dans la zone affectée aux établissements de consommation (M. Marie).

Hourdis de $0^m 08$ d'épaisseur du plancher d'étage des loggias, dômes et salles pentagonales, au moyen d'un grillage en fil de fer n° 6 galvanisé à mailles de $0^m 025$, étendu sur les solives d'acier et noyé dans le plâtre ainsi que dans les gravats (M. Marie).

Balustrades en pierre factice pour les balcons des loggias (M. Vabre, substitué à MM. Boisselier et Cie).

2. *Château d'eau.* — Le Château d'eau et ses dépendances comportaient des ouvrages importants de maçonnerie en élévation :

Massifs en meulière des pylônes, arasés à $26^m 74$ au-dessus du Champ de Mars; appuis en meulière et en brique, de hauteurs diverses, supportant les ossatures en ciment armé (M. Versillé, adjudicataire).

Ravalement et mouluration des façades et des intérieurs, exécutés parfois sur la maçonnerie et beaucoup plus souvent sur un lattis fixé à des fourrures ou sur du métal déployé (M. Marie).

Ravalement en mortier de sable des vasques et entourages de bassins, dans les parties non atteintes par l'eau (M. Marie).

Voûtes en briques creuses et plâtre des galeries contiguës à l'escalier (MM. Fabre et Cie).

Voûtes des loggias, établies dans les mêmes conditions que pour les palais (MM. Fabre et Cie).

Bords des vasques, socles et bordures des bassins, balustrades des terrasses, en pierre de Savonnières (M. Marie).

Escaliers extérieurs en liais de Clamart sur murs en meulière (M. Marie).

Motifs au-dessus des escaliers des souterrains, en banc royal de Saint-Wast (M. Marie).

10. Escaliers. — Les escaliers du palais de la Mécanique et du pa-

lais de l'Industrie chimique, dont j'ai déjà donné la nomenclature, à propos du plan et des dispositions générales, étaient en acier, avec marches en sapin de $0^m 06$ d'épaisseur. Ils présentaient respectivement les largeurs d'emmarchement suivantes : escaliers circulaires, $2^m 25$; escaliers à quartier tournant, $2^m 90$; escaliers droits, $3^m 30$. Leur construction avait fait l'objet d'une adjudication prononcée en faveur de MM. Collas, Vezet et Cie.

Sous le Château d'eau se trouvait le grand escalier en ciment armé qui a été précédemment décrit et sur lequel il est inutile de revenir.

11. Couverture et plomberie. — 1. *Palais.* — La couverture des palais, dans les zones non vitrées, était en zinc n° 10 façonné à dilatation libre par feuilles de $0^m 80$ de largeur avec tasseaux et couvre-joints. Elle reposait, pour les combles des galeries d'exposition, sur un voligeage jointif faisant partie du lot de charpente et, pour les autres combles, sur un voligeage ordinaire mis en place par le couvreur. Des banquettes en zinc n° 10 et des bandes de batellement couraient le long des chéneaux.

Tous les chéneaux avaient été établis en fonte, à l'exception de ceux qui se trouvaient à la base des deux coupoles et qui étaient en zinc.

Dans les galeries d'exposition, les tuyaux de descente avaient $0^m 12$ de diamètre et s'intercalaient entre les éléments des piliers; ils étaient en zinc. Ceux des autres parties du palais de la Mécanique et du palais de l'Industrie chimique, faits du même métal, présentaient des diamètres atteignant $0^m 19$.

A la suite d'adjudications, les travaux de couverture furent confiés à M. Turbeau, remplacé plus tard par M. Crouilbois, et ceux des chéneaux en fonte, à la société des chéneaux et tuyaux en fonte du système J. Bigot-Renaux.

2. *Château d'eau.* — Le comble en appentis du Château d'eau et de la galerie contiguë au palais de l'Électricité portait une couverture en zinc n° 10. Un chéneau en fonte longeait ce dernier palais; les

chéneaux disposés au bas des rotondes étaient en zinc, de même que les tuyaux de descente.

Compris dans les mêmes lots d'adjudication que pour les palais, les travaux furent exécutés par M. Crouilbois et par la société des chéneaux Bigot-Renaux.

12. Peinture et vitrerie. — 1. *Peinture.* — Dans les galeries d'exposition, les aciers avaient été peints à l'huile en ton vert clair; les murs, en ton semblable, mais plus léger; les boiseries, en ton brun très clair. Quant aux voligeages jointifs, aux chevrons et aux panneaux de staff des plafonds, ils gardaient leur teinte naturelle.

Toutes les façades étaient enduites d'une peinture à l'huile, de ton pierre du côté du jardin, de ton rosé du côté des avenues de La Bourdonnais et de Suffren, sauf pour les bois apparents auxquels l'architecte avait appliqué un ton brun clair.

La société ouvrière d'entreprise générale de peinture «Le Travail» s'était rendue adjudicataire des travaux.

Des peintures décoratives furent exécutées sur les voûtes des loggias de l'étage et des salles pentagonales, ainsi que sur les parois de la galerie passant derrière le Château d'eau.

Ces peintures étaient l'œuvre de M. d'Espouy.

2. *Vitrerie.* — La vitrerie verticale des baies, adjugée à M. Blanc, était faite de verre blanc demi-double, avec encadrement en verre jaune clair.

Pour la vitrerie des combles, la fourniture des verres striés se partagea entre la compagnie des glaces et verres spéciaux du Nord (palais de la Mécanique) et la société des manufactures de glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey (palais de l'Industrie chimique). M. Murat se rendit adjudicataire de la pose et de l'entretien des verres, dont il devenait propriétaire après l'Exposition.

13. Staff. — 1. *Palais.* — Les travaux de staff dans les palais de

la Mécanique et de l'Industrie chimique furent répartis en plusieurs lots :

Façades des loggias et des salles pentagonales (M. Vassal, adjudicataire).
Façades des dômes (MM. A. Auberlet et fils, adjudicataires).
Coupoles des dômes (MM. Jacquier et Cie).
Panneaux des plafonds sous les galeries d'exposition du premier étage (M. Barbier, adjudicataire). (Une partie de ces panneaux dut être remplacée par de la toile.)

2. *Château d'eau.* — Au Château d'eau, les ouvrages en staff se divisèrent ainsi :

Frise, grand cartouche, intrados de l'arc-doubleau; voûte sphérique; grotte (M. Poulin).
Parties verticales de la grande niche, pylônes et rotondes (M. Lemesle, adjudicataire).
Dômes et grandes volutes (MM. Roy, Raynaud et Cie, adjudicataires).
Pyramides, vasques supérieures, galerie sous l'eau (M. Alméras).
Bassins inférieurs (M. L'Hoest).
Façades des loggias contiguës au Château d'eau (M. Vassal, adjudicataire).

M. Poulin fit également avec une extrême habileté les maquettes à petite échelle du Château d'eau.

14. Dispositifs d'illumination. — Des lampes électriques à incandescence, destinées aux illuminations, avaient été placées entre les modillons des corniches couronnant les loggias. Les ajours et les épis des dômes du palais de la Mécanique et du palais de l'Industrie chimique comportaient également un dispositif d'éclairage.

Abstraction faite des effets combinés de lumière et d'eau, l'illumination du Château d'eau comprenait l'éclairage du cul-de-four de la grande niche, l'allumage de gros globes en verre à l'extrados et, dans la corniche de couronnement du grand arc, celui de lampes à incandescence placées entre les modillons de la corniche des pylônes et des rotondes.

Le service d'architecture eut à assurer la fourniture des gros globes de verre et passa dans ce but un marché avec M. Beau.

15. Travaux divers d'architecture. — Parmi les travaux divers d'architecture qui n'ont pas encore été cités, il y a lieu de mentionner les suivants :

Transport de déblais à la ballastière de Rueil par la compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Canalisation souterraine d'écoulement des eaux pluviales et ménagères, en tuyaux de grès de 0^m^15 à 0^m^30 de diamètre avec tampons hermétiques de dégorgement, tampons en fonte pour regards, siphons, etc. (M. Versillé).

Dallages en bitume (Société civile des mines de bitume et d'asphalte du Centre).

Menuiserie, comprenant les portes va-et-vient des palais, les plinthes placées au pied des murs, etc. (M. Sainte-Beuve).

Plinthes en sapin au pourtour des trémies du premier étage dans les palais (M. Haour).

Balustrades en fer des galeries et des escaliers (M. Roussel).

Balustrade en mitoyenneté avec le palais de l'Électricité (M. Maison).

Quincaillerie et petite serrurerie (M. Roussel).

Verres striés pour calfeutrer les pieds-droits des lanterneaux et dalles brutes destinées aux châssis des vasques (Société des manufactures de glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey).

Ouvrages divers de canalisation et de fontainerie (MM. Pérignon, Vinet et Cie).

Décoration des dômes (M. Jambon).

Plafonds en toile (M. Belloir; MM. Jumeau et Jallot).

Protection contre la foudre : 2 tiges en fer galvanisé; 30 pointes du même métal; 800 mètres de conducteurs; perd-fluide en tuyaux de fonte (MM. Mildé fils et Cie).

Baraquements pour les sculpteurs (M. Haour; M. Latapie).

Échafaudages (M. Latapie; société ouvrière « Les Charpentiers de Paris »).

Modèles et moulages de chapiteaux pour colonnes (M. Sporrer).

Entretien du Château d'eau, surveillance des combles, nettoyage des bassins, etc. (MM. Versillé, Haour, Marie, Poulin).

16. Établissement et exploitation des appareils hydrauliques et des appareils d'illumination du Château d'eau. — 1. *Ouverture d'un concours. Programme.* — Il était naturel de recourir à l'ingéniosité des spécialistes pour l'étude, l'établissement et l'exploitation des dispositifs d'effets d'eau et d'effets lumineux combinés. Un concours fut, en conséquence, ouvert entre les constructeurs français sur un programme arrêté le 16 mars 1899 par le Commissaire général.

Aux termes de ce programme (pièce annexe n° 19), l'entreprise comprenait la fourniture et l'installation des appareils nécessaires à la réalisation des effets d'eau ainsi que de l'illumination des jets et cascades, l'exploitation pendant la durée de l'Exposition, le démontage et l'enlèvement des appareils après la clôture; l'Administration ne prenait à sa charge que les travaux de construction des galeries souterraines. (Art. 2.)

Des dessins annexes indiquaient les conditions générales d'établissement du Château d'eau et les effets d'eau à obtenir; les concurrents demeuraient libres de proposer des effets supplémentaires et des variations pour les périodes de jour ou de nuit. L'illumination des veines liquides verticales ou paraboliques devait être homogène et l'appareillage organisé de telle sorte que l'eau seule fût éclairée. Dans la partie haute, le programme demandait des effets multicolores, comprenant au moins sept teintes différentes, et stipulait que ces teintes pourraient, soit être successivement données à l'ensemble des nappes et jets d'eau, soit s'appliquer simultanément et se combiner; il prohibait toute interruption de lumière lors des changements de coloration. Dans la partie basse, deux tons (argent et or) étaient seuls prévus. (Art. 3.)

Les quantités d'eau disponibles se chiffraient ainsi : 1° 300 litres à la seconde, fournis par les conduites générales de la ville de Paris et livrés dans la vasque supérieure, dont le déversoir se trouvait à la cote (64.77); 2° 900 litres à la seconde, provenant de l'usine élévatoire du port de la Cunette et livrés dans la vasque intermédiaire, dont le déversoir se trouvait à la cote (47.50). Une partie de ces eaux pouvait être prélevée sur les conduites dans leur parcours. (Art. 4.)

En vertu de l'article 5, l'Administration s'engageait à donner, sur ses tableaux généraux, 300 kilowatts d'énergie électrique, sous forme de courant continu en deux circuits de 250 volts chacun ou éventuellement de courant triphasé. Ce chiffre comprenait l'énergie que pourrait nécessiter la mise en action des pompes de relèvement d'eau.

L'article 6 déclarait applicables à l'entreprise : 1° les clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs de l'Exposition; 2° le

cahier des charges spéciales aux canalisations électriques. Il contenait des prescriptions relatives au contrôle et à la surveillance.

Un délai d'un mois, après l'approbation de la soumission, était imparti au constructeur pour présenter ses dessins de détail et indiquer les dispositions des sous-sols. L'Administration se réservait d'imposer les modifications commandées par la sécurité publique ou nécessaires au bon aspect du Château d'eau et au fonctionnement régulier des appareils. Toute l'installation devait être prête à subir les essais, le 15 mars 1900 au plus tard, faute de quoi le constructeur encourrait des amendes et même la déchéance. Indépendamment des essais définitifs d'ensemble, le constructeur était tenu de procéder, pendant le cours des travaux, aux expériences qui lui seraient réclamées pour justifier ses propositions, notamment en ce qui concernait les effets des cascades lumineuses et des jets paraboliques. (Art. 7 à 10.)

Le constructeur avait à se pourvoir des licences voulues pour le cas où il emploierait des appareils ou des moyens faisant l'objet de brevets en vigueur. (Art 11.)

Il devait disposer d'un personnel suffisant et posséder un matériel de rechange permettant d'éviter les interruptions de service. (Art. 12.)

Conformément aux articles 13 et 16, le démontage et l'enlèvement ne pouvaient durer plus d'un mois pour les appareils électriques et de deux mois pour les appareils hydrauliques; l'Administration se réservait un droit de reprise totale ou partielle, à charge de faire connaître ses intentions avant la clôture de l'Exposition.

L'article 14 était relatif à la discipline du personnel.

Tenu de prendre toutes les mesures propres à assurer la sécurité des visiteurs, le constructeur assumait, vis-à-vis de l'Administration et des tiers, la responsabilité des dommages causés par ses agents ou son matériel. (Art. 15.)

En cas de litige entre l'Administration et le constructeur, celui-ci s'engageait à ne pas ouvrir d'instance contentieuse avant d'avoir pris l'avis d'un conseil de conciliation formé de trois personnes compétentes, choisies l'une par le Commissaire général, la deuxième par le réclamant et la troisième par les deux premières. (Art. 17.)

Les constructeurs désireux de prendre part au concours devaient en

faire la demande et produire : 1° des justifications sur leurs ressources; 2° une liste des travaux analogues exécutés par eux au cours des dix dernières années; 3° des attestations constatant le succès de ces travaux. (Art. 18.)

Une commission était instituée pour l'examen des demandes. Elle comprenait : le directeur des services d'architecture, président; le directeur des finances; le secrétaire général; l'architecte du Château d'eau; l'ingénieur de la voirie; l'ingénieur en chef des installations électriques; l'ingénieur principal des installations hydrauliques. Après avis de cette commission, le Commissaire général arrêtait, sur la proposition du directeur des services d'architecture, la liste des constructeurs admis à concourir. (Art. 19.)

Ces concurrents avaient à verser un cautionnement provisoire. L'article 20 fixait le chiffre de ce cautionnement provisoire et celui du cautionnement définitif.

Les soumissionnaires devaient joindre à leurs propositions des dessins détaillés, une notice avec calculs justificatifs des consommations d'eau et d'énergie électrique, un détail estimatif des dépenses d'établissement et d'exploitation, un bordereau de prix en vue du rachat éventuel de tout ou partie des installations. (Art. 21.) Ces diverses pièces, placées sous enveloppe cachetée, pouvaient être, soit adressées au Commissaire général par pli recommandé, soit remises en séance publique au président de la commission instituée en vertu de l'article 19, qui ouvrait les enveloppes et donnait lecture des soumissions. (Art. 22.)

Tous les projets remis étaient renvoyés à l'examen d'un jury ainsi composé : le directeur des services d'architecture, président; le président du comité technique de l'électricité; l'architecte du Château d'eau; l'ingénieur de la voirie; l'ingénieur en chef des installations électriques; l'ingénieur principal des installations hydrauliques. Dans ses appréciations, le jury devait tenir compte de la somme demandée, des dispositions techniques proposées, enfin de l'importance des travaux souterrains à la charge de l'Administration; le programme l'invitait à remettre son rapport au Commissaire général dans un délai de 20 jours, à dater du dépôt des projets. (Art. 23.)

Le Commissaire général statuait; sa décision servait de bas à un marché entre l'Administration et l'auteur du projet choisi (Art. 24.)

2. *Résultats du concours. Marché définitif.* — Cinq projets furent soumis à l'appréciation du jury. Leurs auteurs étaient, par ordre d'inscription : 1° M. Maurin; 2° Mme veuve Ch. Gibault; 3° M. Henri Beau; 4° MM. Flicoteaux et Cie; 5° MM. Pérignon, Vinet et Cie, et MM. Vedovelli et Priestley.

La plupart de ces projets témoignaient d'études approfondies et donnaient des indications précises sur les moyens proposés pour la réalisation des effets d'eau et de lumière. A la suite d'un examen minutieux, le jury classa en première ligne et conclut à adopter, sauf complément d'études et modifications, celui qu'avaient présenté en commun MM. Pérignon, Vinet et Cie, entrepreneurs de canalisations et plomberie, et MM. Vedovelli et Priestley, constructeurs-électriciens.

Sans analyser ici le projet ainsi placé au premier rang, je dois en indiquer les traits essentiels.

Les jets verticaux étaient illuminés classiquement par des faisceaux lumineux lancés dans les veines liquides et ayant leur foyer en arrière du point d'émission de ces veines. Pour les jets paraboliques, l'illumination se faisait à la fois au point d'émission et au point de chute.

En ce qui concerne les nappes, les auteurs du projet réalisaient l'éclairage au moyen, soit d'une rampe unique de lampes à incandescence réparties sous la crête du déversoir, soit de rampes étagées si la hauteur de la nappe dépassait 2 mètres.

Ils obtenaient les colorations des jets verticaux ou paraboliques par des verres colorés, manœuvrés électriquement à distance, et celles des nappes par des ampoules présentant les teintes voulues.

Un dispositif intéressant permettait de briser les nappes en gouttes dès la crête des déversoirs et d'augmenter notablement les effets lumineux.

Les constructeurs avaient imaginé un effet curieux, qu'ils appelaient effet de mouvement et qui consistait à déplacer les teintes des nappes, tantôt latéralement, tantôt verticalement.

Le Commissaire général approuva en principe les conclusions du jury et prescrivit l'ouverture de pourparlers avec MM. Pérignon, Vinet et Cie, et MM. Vedovelli et Priestley, en vue d'un traité définitif. Il crut toutefois devoir appeler spécialement l'attention de ces constructeurs :

1° Sur les déperditions de lumière à craindre avec le dispositif proposé pour l'éclairage des gerbes paraboliques à leur point de chute;

2° Sur l'opportunité d'éclairer les nappes en déversoir, dès la crête même des murs de chute, afin d'éviter la ligne sombre du sommet;

3° Sur les dangers de vision directe des rampes lumineuses étagées en arrière de ces nappes;

4° Sur la nécessité de bien adapter les dispositions définitives aux ressources disponibles du service hydraulique et du service de la force motrice.

Après avoir apporté certains remaniements à leur projet, MM. Pérignon, Vinet et Cie, et Vedovelli et Priestley présentèrent conjointement et solidairement une soumission qui reçut, le 10 octobre 1899, l'approbation de M. Millerand, Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes. (Pièce annexe n° 20.)

Ils s'engageaient à assurer la fourniture et l'installation de l'appareillage hydraulique et de l'appareillage électrique, ainsi que l'exploitation et l'entretien pendant la durée de l'Exposition. (Art. 1er.)

L'article 2 fixait des prix forfaitaires de 280,000 francs pour l'établissement et de 82,000 francs pour l'exploitation.

Un cautionnement de 12,000 francs était imposé aux constructeurs par l'article 3.

En vertu de l'article 4, les délais d'exécution déterminés par l'article 8 du programme subissaient quelques modifications. C'est ainsi que les installations du bassin inférieur devaient être terminées le 1er février 1900 et les indications sur les sous-sols fournies dans la quinzaine de la conclusion du marché.

Les articles 5 et 6 contenaient les clauses usuelles concernant l'exécution simultanée des autres entreprises du même chantier, l'importance des approvisionnements, la présence des constructeurs, la limi-

tation du nombre des ouvriers étrangers, les conditions du trava (décret du 10 août 1899).

Aux pénalités pour retards prévues par l'article 9 du programme l'article 7 de la soumission en ajoutait d'autres.

Parmi les dispositions générales relatives à l'exécution et dont la plupart étaient de style (art. 8, 9 et 10), il y a lieu d'en signaler deux : l'une, exigeant que les appareils fussent de provenance française; l'autre, reproduisant l'article 11 du programme sur les systèmes brevetés.

L'article 11 définissait les installations hydrauliques, qui se divisaient en trois parties distinctes : 1° alimentation en eau de la ville de Paris, à raison de 300 litres par seconde, des effets d'eau de grande puissance; 2° relèvement de 100 litres d'eau par seconde au moyen de deux appareils élévatoires; 3° alimentation en eau de Seine, à raison de 900 litres par seconde, des effets d'eau de faible puissance. J'aurai à y revenir plus loin.

De même, l'article 12 définissait les installations électriques pour l'éclairage des jets verticaux, des jets paraboliques et des nappes.

Il suffit de mentionner sans commentaire le plus grand nombre des articles suivants : 13 (conservation et entretien des ouvrages), 14 (fonctionnement et durée des séances), 15 et 16 (personnel, appareils de rechange, mesures de sécurité), 17 (travaux compris dans le forfait), 18 (payement), 19 (démolition et enlèvement), 20 (gardiennage), 21 (bureaux), 22 (accès des lieux), 24 (responsabilité des installations), 27 (renvoi aux clauses et conditions générales des entreprises de l'Exposition).

Aux termes de l'article 23, le prix du rachat éventuel des ouvrages par l'Administration était fixé à 78,000 francs.

L'article 25 déterminait les droits du Commissariat général pour les modifications que pourraient nécessiter certaines parties des installations.

Enfin, l'article 26 autorisait les constructeurs à réclamer la qualité d'exposants et à concourir pour les récompenses.

3. *Effets d'eau.* — Comme je l'ai déjà indiqué, l'eau sortait en

bouillonnant de la grotte aménagée au fond de la grande niche du Château d'eau. Recueillie par la vasque de cette grotte, dont le déversoir se trouvait à la cote (64.77), elle faisait une première chute de 12 mètres environ. Des cascades successives de $0^{m}40$ à $4^{m}45$ la conduisaient au bassin inférieur (35.70). La chute totale dépassait donc notablement celle de Saint-Cloud, qui est de 24 mètres environ.

Aux déversoirs des vasques en ciment de la grande niche avaient été d'abord adaptés des peignes, pour diviser la lame d'eau et en augmenter l'effet; ces peignes ne donnèrent pas le résultat voulu et furent enlevés. La division de la lame était obtenue, pour les vasques inférieures, au moyen de coquilles ménagées dans les bordures en pierre.

De l'une des vasques intermédiaires (38.60) partaient de grands jets paraboliques tombant, ceux du centre à 18 mètres de leurs points d'origine, les autres à 8 mètres seulement.

Dans le bassin inférieur, symétriquement par rapport à l'axe du Champ de Mars, étaient disposés dix groupes de jets verticaux. Les deux groupes extrêmes vers le Champ de Mars se composaient chacun de onze jets : cinq jets à haute pression, dont un très élevé au centre; six jets à basse pression au pourtour. Quant aux huit autres groupes, ils ne comprenaient que quatre jets : un jet central à haute pression; trois jets à basse pression occupant les sommets d'un triangle équilatéral.

Il existait, en outre, quelques jets verticaux secondaires, notamment devant la galerie circulaire. L'eau jaillissait également des six petites niches découpant la surface cylindrique de la grande niche, de celles qui ornaient les pylônes, des poissons fantastiques décorant les vasques supérieures, des fontaines en forme de pyramides, enfin des divers motifs garnissant les bords des bassins.

Toute l'eau provenant des cascades et des jets était recueillie dans le bassin inférieur. Une partie servait à l'alimentation des condenseurs dans les usines de force motrice organisées par l'Administration; des pompes en reprenaient une autre partie et la refoulaient jusqu'à la grotte du bouillonnement; le surplus allait à un égout et, de là, à la Seine.

Sous le bassin inférieur avaient été aménagés des sous-sols, qui recevaient les canalisations d'eau, en même temps que les appareils électriques commandant l'illumination des jets et des cascades.

En conformité des arrangements du 6 août 1898 entre le Commissaire général et le Préfet de la Seine, la ville de Paris livrait par seconde 300 litres d'eau à haute pression, provenant du réservoir municipal de Villejuif et destinés au bouillonnement de la vasque supérieure, aux grandes paraboles, aux jets hauts des gerbes lumineuses du bassin inférieur. Ce volume d'eau, dont j'expliquerai ultérieurement le mode d'adduction (chapitre de la fourniture et de la distribution des eaux de la ville), se répartissait par fractions à peu près égales entre le bouillonnement et les jets.

Une usine élévatoire établie par l'Administration sur le bas-port de la Cunette, en aval du pont d'Iéna, et deux conduites ascensionnelles, au sujet desquelles je donnerai des renseignements de détail dans le chapitre consacré aux installations hydrauliques, fournissaient à l'une des vasques intermédiaires (cote 47.50) 900 litres d'eau par seconde. Ces 900 litres assuraient le contingent nécessaire aux jets de basse pression et, pour le surplus, se joignant aux eaux supérieures, enrichissaient les cascades à long déversoir échelonnées entre les cotes (47.50) et (35.70).

Deux pompes centrifuges, installées dans les sous-sols et mues par l'électricité, remontaient du bassin inférieur à la vasque supérieure, soit à 30 mètres environ de hauteur, 100 litres par seconde, afin d'enrichir la cascade supérieure.

Ainsi la quantité d'eau utilisée par seconde aux divers niveaux du Château d'eau était la suivante :

1° Bouillonnement (effets s'élevant au-dessus de la cote 64.77) : 150 litres;

2° Cascades supérieures entre les cotes (64.77) et (47.50) : 250 litres;

3° Cascades inférieures et jets entre les cotes (47.50) et (35.70) : 1,300 litres.



CHATEAU D'EAU ET PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Effets d'eau; effets lumineux

Les principaux éléments de la distribution intérieure, à la charge de MM. Pérignon et consorts, sont récapitulés ci-après :

1° CONDUITES EN FONTE.

Service des eaux à haute pression fournies par la ville de Paris . .	Diamètres : $0^{m}500$, $0^{m}400$, $0^{m}300$, $0^{m}200$, $0^{m}150$. Développement : 450 mètres. Poids de fonte : 38,000 kilogrammes.
Service des eaux de Seine refoulées par l'usine du port de la Cunette.	Diamètres : $0^{m}300$, $0^{m}250$, $0^{m}200$, $0^{m}150$, $0^{m}100$, $0^{m}08$, $0^{m}06$. Développement : 980 mètres. Poids de fonte : 52,000 kilogrammes.
Service des eaux refoulées du bassin inférieur à la vasque supérieure.	Diamètres : $0^{m}300$, $0^{m}250$, $0^{m}200$. Longueur : 200 mètres. Poids de fonte : 19,000 kilogrammes.

2° CANALISATIONS EN PLOMB.

Ensemble des services.	Diamètres : $0^{m}080$, $0^{m}070$, $0^{m}060$, $0^{m}055$, $0^{m}050$, $0^{m}040$, $0^{m}030$, $0^{m}025$, $0^{m}020$. Développement : 1,360 mètres. Poids de plomb : 13,090 kilogrammes.

3° APPAREILS DIVERS.

225 robinets d'arrêt de diamètres divers.

930 ajutages pour les effets d'eau.

1 régulateur de pression de $0^{m}500$, permettant de faire fonctionner sous une pression constante les effets d'eau alimentés par le réservoir de Villejuif.

Des piles en maçonnerie de brique et de solides armatures métalliques assuraient la parfaite stabilité des conduites, s'opposaient au déboîtement de leurs coudes et prévenaient les accidents susceptibles de se produire sous l'action des coups de bélier.

4. *Effets lumineux.* — L'énergie électrique était fournie par le service des installations électriques, sous forme de courant continu à 500 volts, et employée : 1° au fonctionnement des lampes à arc pour

l'illumination des jets; 2° à l'éclairage par incandescence du bouillonnement et des cascades.

Dans les explications qui vont suivre, je commencerai par l'appareillage le plus compliqué, celui de l'illumination des jets.

Pour les jets verticaux, les constructeurs avaient recours à des arcs de 10, 12, 15, 25 et 75 ampères, accouplés en tension par 3, 4 et 5, et variant d'importance suivant le jet à illuminer. Ces arcs étaient pourvus de réflecteurs paraboliques à axe horizontal, en avant desquels se trouvaient des miroirs inclinés et disposés exactement au-dessous du jet, de manière à réfléchir dans la direction de son axe le faisceau lumineux. Primitivement établis en verre, les miroirs ne purent résister à la chaleur des lampes; il fallut recourir au zinc nickelé. Les jets jaillissaient au-dessus de dalles transparentes en verre, placées sensiblement au niveau de l'eau et dissimulées aux yeux du public par des entourages de rocailles; l'ensemble de la gerbe paraissait ainsi s'élancer du milieu d'un amas de roches. Chaque jet était desservi par une lampe spéciale.[1]

Pour les jets paraboliques, il y avait éclairage à la naissance et à la chute. Cet éclairage, analogue à celui des jets verticaux, se faisait à l'aide de miroirs placés dans les sous-sols, recevant la lumière de lampes à arc et présentant une inclinaison telle que la direction des rayons lumineux réfléchis se confondît avec celle de la trajectoire parabolique du jet. Chacun des jets paraboliques exigeait donc deux lampes et devait avoir, d'une part son origine, d'autre part son point de chute, sur des dalles en verre transparent. En ce qui concernait le point d'origine, cette dernière condition avait été remplie, une fois pour toutes, lors de la construction; il était, au contraire, indispensable de régler journellement le point de chute, afin d'obvier à ses variations avec la pression de l'eau dans la conduite d'amenée.

La lumière pouvait être blanche ou colorée, soit en bleu, soit en jaune or, soit en rouge. Ces colorations s'obtenaient par la simple inter-

[1] Au début, les verres étaient un peu trop bas. Il fallut les relever pour réduire l'absorption de lumière par la nappe d'eau du bassin.

position, entre la source de lumière et le miroir, de verres offrant la teinte voulue et constitués, comme les vitraux, au moyen de petits éléments enchâssés dans du plomb. L'appareillage permettait l'interposition simultanée pour tous les jets, et la manœuvre ne demandait qu'un seul homme.

Chaque verre de couleur, mobile autour d'un axe horizontal, était monté sur un bâti entre la lampe et le miroir de telle sorte qu'au repos il laissât libre passage à la lumière blanche. Au bâti avait été adaptée une armature en fer, qui formait contrepoids et à proximité de laquelle se trouvait un solénoïde. Dès que le courant passait dans le solénoïde, l'armature était attirée et entraînait le verre coloré, qui venait se placer sur le trajet des rayons lumineux. Il suffisait donc d'envoyer le courant à l'un ou l'autre des solénoïdes pour varier les effets produits. Afin de réduire l'amplitude des déplacements, MM. Vedovelli et Priestley avaient divisé les verres en deux parties dont les mouvements, rendus solidaires par un parallélogramme articulé, s'opéraient l'un au-dessus, l'autre au-dessous du faisceau de lumière.

Les fils des électro-aimants commandant la manœuvre aboutissaient à un clavier. Ceux qui correspondaient aux verres colorés d'une même lampe se reliaient à trois touches également peintes en bleu, en jaune ou en rouge. Les touches se répartissaient symétriquement par rapport à l'axe du clavier, comme les jets par rapport à l'axe du Château d'eau. Dans la position de repos du clavier, les circuits de commande des électro-aimants étaient interrompus et la lumière restait blanche ; mais le soulèvement d'une touche faisant pénétrer un levier dans un godet plein de mercure, en communication avec la prise de courant, fermait le circuit correspondant, provoquait la manœuvre du verre et déterminait ainsi la coloration du jet.

Désireux d'accélérer autant que possible les changements d'effets, MM. Vedovelli et Priestley avaient composé des cylindres semblables à ceux des boîtes à musique, dont les points saillants correspondaient aux touches et qui s'appliquaient en avant du clavier. L'un de ces cylindres étant mis en place, ils lui imprimaient un mouvement de rotation, soulevaient mécaniquement les touches voulues et réalisaient ainsi, de la façon la plus simple, les effets de coloration désirés. En

remplaçant le premier cylindre par un autre pourvu d'une combinai différente de points saillants, ils obtenaient une nouvelle série d'eff Ces dispositions ingénieuses se prêtaient à des jeux de couleurs t multiples et assez nombreux pour que les mêmes effets ne fussent p reproduits au cours d'une séance.

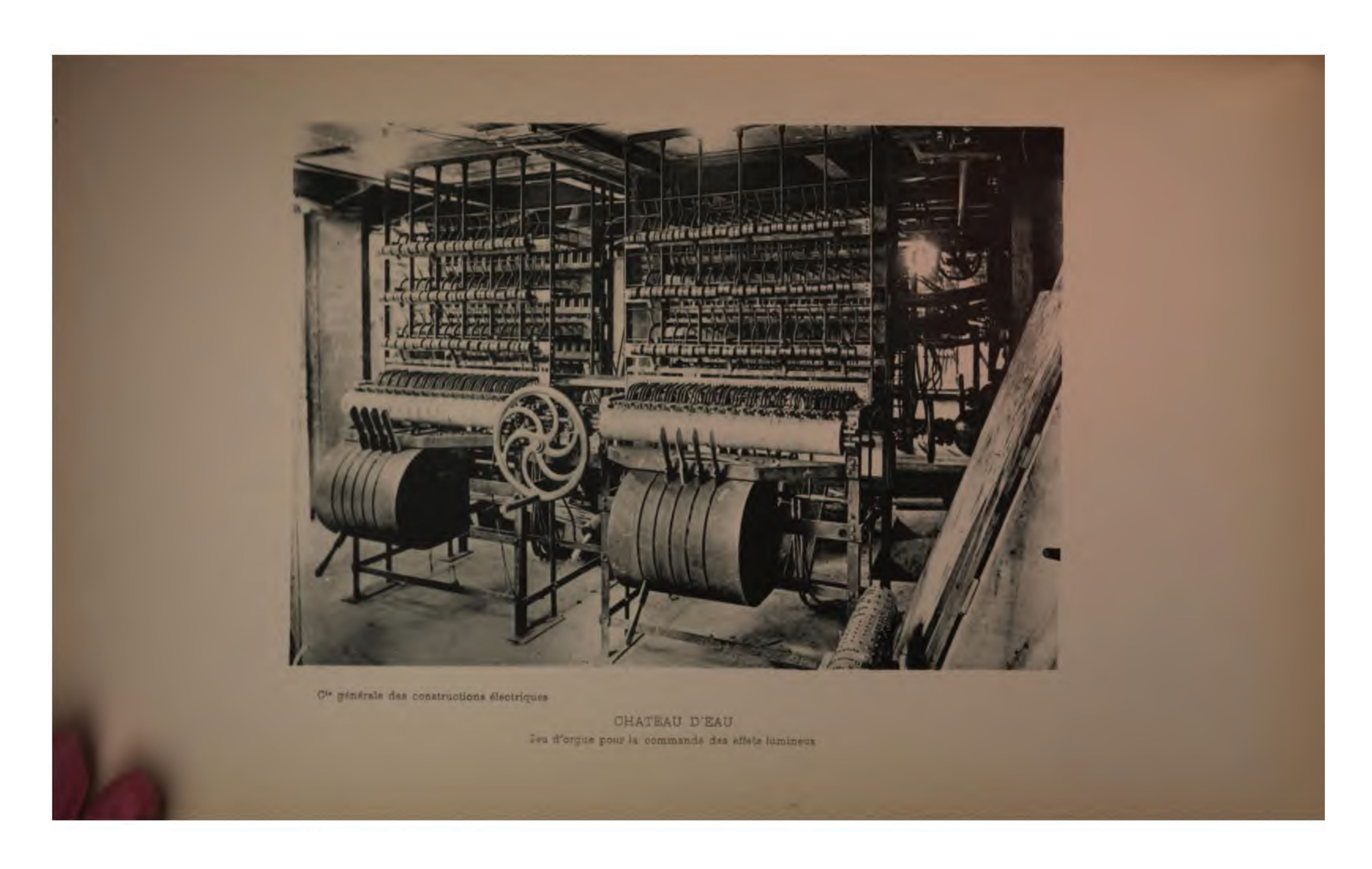
Le nombre des verres manœuvrés simultanément atteignait 74; puissance nécessaire était de 12 kilowatts environ.

Plusieurs couronnes de tuyaux percés d'orifices et formant une sor d'immense pomme d'arrosoir donnaient le bouillonnement de la grott supérieure. La masse d'eau était éclairée : 1° par des lampes à incandescence distribuées dans la grotte en arrière des saillies de la décoration et invisibles pour le public; 2° par d'autres lampes réparties au milieu des couronnes, sous des abris transparents.

Les lampes à incandescence servant à l'illumination des cascades avaient été groupées en rampes sous les déversoirs et suivant les contours principaux des motifs d'architecture. Elles étaient fixées, par une griffe faite de deux lames métalliques ondulées, sur des tiges dans lesquelles pouvait être lancé un courant électrique. Alternativement blanches, bleues, jaunes et rouges, elles se touchaient presque et leur nombre total pouvait être évalué à 8,000. La série blanche et les séries colorées avaient chacune leur circuit spécial.

Indépendamment de cette division élémentaire, l'ensemble des cascades était partagé en tranches verticales et en tranches horizontales, desservies par des circuits généraux dont les uns rayonnaient depuis la partie supérieure de la décoration lumineuse jusqu'au déversoir du bassin des jets paraboliques (38.60), tandis que les autres se développaient de niveau en contournant et chevauchant les premiers. Des connexions convenables pouvaient donc produire, soit l'éclairage par bandes verticales, soit l'éclairage par bandes horizontales.

Les fils des circuits correspondant aux tranches verticales aboutissaient à un clavier de même structure que ceux des jets verticaux ou paraboliques; un autre clavier était affecté aux circuits des tranches horizontales. En manœuvrant les touches d'un de ces claviers au moyen d'un cylindre à points saillants, on déterminait à volonté l'éclairage



Cie générale des constructions électriques

CHATEAU D'EAU

Jeu d'orgue pour la commande des effets lumineux

des tranches et leur tonalité. L'ouverture et la fermeture des circuits s'effectuaient d'ailleurs instantanément.

Il existait 16 tranches verticales, ce qui, pour 4 tonalités, faisait 64 circuits. Le nombre des tranches horizontales était de 22; néanmoins celui des circuits ne dépassait pas 64, attendu que les 6 tranches supérieures avaient été reliées aux 6 tranches inférieures.

Les indications précédentes montrent que deux hommes suffisaient pour le fonctionnement des effets lumineux du Château d'eau : un homme au clavier des jets verticaux et paraboliques; un second au clavier des cascades.

Au total, le personnel préposé à la surveillance des appareils et à la manœuvre des claviers comprenait en moyenne six hommes.

La distribution de l'électricité avait exigé un énorme développement de conducteurs, évalué par MM. Vedovelli et Priestley à 250,000 mètres en fil isolé et 20,000 mètres en fil nu.

On peut estimer la consommation à 800 ampères, lorsqu'il n'y avait qu'un ton pour l'incandescence, et à 1,300, lorsqu'il y en avait deux (effets panachés).

Dans son ensemble, le spectacle des effets lumineux du Château d'eau était absolument féerique et méritait vraiment l'admiration qu'il ne cessa de recueillir.

Cependant, pour les cascades, ces effets ne répondaient pas tout à fait aux espérances des constructeurs. L'eau des nappes ne devenait qu'imparfaitement lumineuse; elle laissait apercevoir par transparence les lignes de lampes, et le public voyait plutôt une illumination éblouissante à travers la couche liquide que des cascades lumineuses proprement dites.

Un incendie, dû suivant toute probabilité à la malveillance, se déclara dans les sous-sols du Château d'eau au cours de l'achèvement des installations électriques et, malgré son peu de gravité apparente, désorganisa profondément ces installations. L'Administration et les

constructeurs firent toutes diligences pour réparer le mal; le fonctionnement régulier des effets lumineux n'en subit pas moins un retard notable.

Normalement, il y avait, chaque soir, trois séances de vingt minutes, séparées par un intervalle d'un quart d'heure. Toutefois, en août et septembre, la soirée du mercredi fut réservée au repos du personnel et à l'entretien des appareils; le spectacle était remplacé par une retraite exotique, qu'exécutait le personnel indigène des colonies asiatiques et africaines de la France.

Du 26 octobre au 12 novembre, les jours devenant beaucoup plus courts et les soirées plus fraîches, le nombre des séances de la soirée parut devoir être réduit à deux. Mais, en revanche, l'Administration organisa deux autres séances avant l'heure du dîner.[1]

17. Dépenses. — Les dépenses se sont élevées à 6,637,688 fr. 48[2], non compris 82,000 francs imputés au compte des fêtes pour le fonctionnement du Château d'eau :

	PALAIS.	CHÂTEAU D'EAU.
Terrassements et maçonnerie (sauf le ciment armé)....	452,371f 50c [2]	940,346f 13c [2]
Ciment armé...........	"	640,282 71
Charpente métallique......	1,954,652 39	85,255 14
Charpente en bois et parquetage................	787,110 68	326,723 45
Menuiserie.............	12,067 89	"
Couverture et plomberie....	98,253 83	15,000 00
Peinture et vitrerie.......	252,936 89	51,170 00
Statuaire, sculpture architecturale, staff..........	175,845 13	387,742 24
Appareils hydrauliques et électriques..............	"	280,000 00
Dépenses diverses.........	117,775 50 [2]	60,155 00 [2]
Totaux...........	3,851,013 81	2,786,674 67
Total..............	6,637,688f 48c	

[1] Pendant la période d'ouverture de l'Exposition, M. Lion, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a été préposé au fonctionnement du Château d'eau et de ses effets lumineux. — [2] Chiffres provisoires.

Ces totaux font ressortir :

1° Pour les palais, le prix du mètre carré couvert à 98 fr. 17, celui du mètre carré de plancher à 80 fr. 81, celui du mètre cube abrité à 4 fr. 91 ;

2° Pour le Château d'eau, le prix du mètre carré couvert à 327 fr. 86 et celui du mètre cube à 15 fr. 92.

CHAPITRE XVII.

PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ ET SALLE DES GLACES OU DES ILLUSIONS[1].

1. Plan et dispositions générales. — Le palais de l'Électricité, œuvre de M. l'architecte Eugène Hénard, était situé au Champ de Mars, entre le groupe du palais de l'Industrie chimique, du Château d'eau et du palais de la Mécanique, d'une part, les cours des chaudières et le palais de l'Agriculture et des Aliments, d'autre part. Il présentait une longueur de 410 mètres et une largeur variant de 39ᵐ97 à 80 mètres.

En y pénétrant par le côté du Château d'eau, le visiteur se trouvait tout d'abord dans une immense galerie large de 30ᵐ47 et régnant sur la longueur entière de l'édifice, entre les voies de circulation contiguës aux avenues de Suffren et de La Bourdonnais.

Cette galerie se divisait en trois parties bien distinctes :

1° Deux parties extrêmes, longues chacune de 129ᵐ55, ayant leur sol au niveau général du rez-de-chaussée des autres palais (cote 35.60) et dépourvues d'étage, sauf contre les pignons Suffren et La Bourdonnais auxquels étaient accolées deux tribunes d'une largeur de 13 mètres, au niveau du premier étage des galeries voisines;

2° Une partie centrale, longue de 150ᵐ90, ayant son sol à la même cote que les parties extrêmes, mais pourvue d'un plancher de premier étage, si ce n'est au droit de trois vastes trémies d'aération et d'éclairage du rez-de-chaussée, et s'ouvrant directement sur les deux étages de portiques du Château d'eau.

Deux escaliers monumentaux, disposés aux extrémités de la salle

[1] M. Eugène HÉNARD, architecte. (Inspecteur : M. Raimbert. — Sous-inspecteurs : MM. Haffner, Payret-Dortail, E. Valentin. — Sous-inspecteurs de chantier : MM. Berthault, Ch. Montel. — Vérificateur : M. Lautru.)

centrale, mettaient en communication le premier étage de cette salle avec le rez-de-chaussée de la galerie de 30 mètres.

Le long de la galerie de 30 mètres, du côté de l'École militaire, courait, d'un bout à l'autre, une galerie de 9ᵐ 50 de largeur, sans cloison séparative. Cette seconde galerie comportait un premier étage continu.

Six galeries perpendiculaires aux précédentes, c'est-à-dire parallèles à l'axe du Champ de Mars, établissaient, au rez-de-chaussée et à l'étage, une jonction entre la galerie de 9ᵐ 50 et le palais de l'Agriculture et des Aliments :

1° Aux extrémités près des avenues de Suffren et de La Bourdonnais, deux galeries d'une largeur de 10ᵐ 28, prolongeant les tribunes des pignons de la galerie de 30 mètres;

2° Deux galeries de 17 mètres, faisant suite aux travées extrêmes de la salle centrale;

3° Deux galeries de 9 mètres, à droite et à gauche de l'axe du Champ de Mars, entre les galeries de 17 mètres.

L'espace circonscrit par la galerie de 9ᵐ 50, les deux galeries perpendiculaires de 9 mètres et le palais de l'Agriculture avait servi à l'édification d'une salle hexagonale de 18ᵐ 50 de côté, dite *salle des Glaces* ou *salle des Illusions*, avec étage, et de quatre escaliers secondaires.

Quant aux espaces compris entre les galeries de 17 mètres et celles de 9 mètres, ils étaient couverts par des fermes d'une portée de 36ᵐ 50 et constituaient deux halls sans étage.

L'Administration avait utilisé la doublure de 3ᵐ 50 séparant ces halls du palais de l'Agriculture pour y aménager, tant au rez-de-chaussée qu'à l'étage, des bureaux affectés aux différents services.

2. Généralités sur le mode de construction. — À l'exception de la salle hexagonale, le palais de l'Électricité était entièrement formé d'une ossature en métal et d'un remplissage en briques, [illegible] ou carreaux de plâtre.

L'ossature métallique des galeries comprenait généralement des piliers en tôle d'acier affectant la forme de [illegible] T, de [illegible] d'équerre

ou de caissons, et des fermes de dessin varié supportant les pannes ou chevrons de la couverture. Celle-ci était constituée par un voligeage jointif en sapin et des feuilles de zinc ou des ardoises; des lanterneaux, couverts de lames en verre strié, laissaient passer la lumière verticale. De grandes baies verticales vitrées contribuaient également à l'éclairage; pour le surplus, les parois consistaient en pans de fer avec carreaux de plâtre enduits sur les deux faces; des allèges en briques de $0^{m}22$ pour le rez-de-chaussée et de $0^{m}11$ pour l'étage, établies au-dessous des baies vitrées, fournissaient une clôture suffisante, tout en offrant aux exposants la surface murale nécessaire à leurs produits. Les portes charretières, les portes de circulation et les planchers étaient en sapin.

Il fallait à la salle hexagonale une stabilité absolue sans vibration, attendu que ses parois devaient recevoir des glaces rigoureusement réglées. Aussi les murs de cette salle furent-ils construits en moellons hourdés de ciment et enduits de plâtre dans les parties apparentes.

La charpente en bois ne jouait qu'un rôle secondaire dans la construction. Elle se réduisait à un chevronnage général de la couverture, ainsi qu'à quelques cloisonnements et planchers secondaires au-dessous de la salle hexagonale.

Toutes les galeries du premier étage s'ouvrant latéralement sur les halls étaient munies de balustrades légères en fer. Des balustrades enveloppaient aussi les grandes trémies de la salle centrale.

Le niveau du premier étage coïncidant avec celui des palais de l'Industrie chimique et de la Mécanique, et des portiques du Château d'eau, il n'existait aucune difficulté pour le raccordement de ce côté. Mais la situation était autre, en ce qui concernait la liaison avec le palais de l'Agriculture et des Aliments (ancienne galerie des Machines de 1889): le plancher d'étage de ce palais avait été réglé à 8 mètres en contre-haut du sol; dès lors, les galeries de raccord durent recevoir une inclinaison sensible, ne dépassant pas toutefois 45 millimètres par mètre. Ce fut un élément de complication pour les travaux et pour les installations des exposants.

Une autre difficulté méritant d'être signalée surgit à la jonction de la partie centrale du palais de l'Électricité avec le palais de l'Agricul-

ture et des Aliments. La façade de ce dernier édifice était, en effet, surmontée d'une série d'auvents ayant 1m 50 de saillie, dont la recoupe eût entraîné un sérieux remaniement de l'ossature métallique et de la couverture. Après une étude attentive, l'Administration prit le parti d'appuyer le nouveau palais sur des supports placés à 3m 36 du mur de soubassement de l'ancienne galerie des Machines. Comme je l'ai dit précédemment, elle utilisa la doublure ainsi constituée en la divisant par des cloisons et en l'affectant à des bureaux du service hydraulique, du service mécanique, du service électrique, ainsi que du service de l'architecture et des fêtes, qui purent, de la sorte, avoir des agents au centre de leurs opérations ordinaires.

3. Aspect général. Décoration extérieure et décoration intérieure. Salle des Glaces ou des Illusions. — 1. *Décoration extérieure.* — Entouré de tous les côtés par les autres palais et masqué en grande partie par le Château d'eau, le palais de l'Électricité n'était visible que dans sa partie centrale supérieure et, latéralement, sur les avenues de Suffren et de La Bourdonnais.

Les pignons Suffren et La Bourdonnais furent traités fort simplement. Tous les fers restèrent apparents; les murs d'allège du rez-de-chaussée et de l'étage reçurent une mosaïque de briques blanches et rouges d'un dessin très sobre; des bandes de rive en zinc repoussé, suivant le rampant des pignons, et deux cartouches supportant des mâts porte-drapeau complétèrent l'ornementation.

C'est sur la partie visible de la façade du Champ de Mars que se concentra l'effort décoratif.

D'accord avec l'architecte, l'Administration écarta immédiatement l'idée d'un dôme couronnant la salle centrale : cette solution, pratiquement réalisable, aurait eu le double inconvénient de donner à la perspective du Champ de Mars un fond de décor semblable à celui de la nouvelle avenue des Champs-Élysées et de recommencer ce qui avait été déjà vu aux précédentes expositions.

Il était pourtant nécessaire de faire pyramider les lignes du fond et d'encadrer la niche du Château d'eau qui, malgré son ampleur, eût semblé trop maigre pour l'étendue des jardins. Reculant devant

la sécheresse et la rigidité excessive d'un fronton, M. Hénard imagina une ligne trilobée, qu'il surmonta d'une crête à jour de hauteur croissante vers le centre, coupée par trois motifs très ajourés. Les deux pointes extrêmes de la crête s'appuyaient sur deux frontons circulaires accusant les dernières travées de la grande salle. Au sommet du motif central était un groupe, œuvre de M. L. Marqueste, *le Triomphe de l'Électricité,* symbolisée par une femme tenant deux sceptres entre lesquels devait jaillir un éclair; la figure était debout sur un char traîné par un pégase et un dragon, représentant l'un *la Pensée ailée,* l'autre *la Force matérielle;* une immense étoile de 12 mètres de diamètre[1], composée de 40 pointes ou rayons à jour garnis de cristaux, auréolait le groupe, qui montait ainsi à 71 mètres en contre-haut du sol.

La crête, construite en zinc estampé, avec panneaux de verre opalin, globes et lampes électriques, devait se produire sous deux aspects bien distincts : pendant le jour, se découper sur le ciel comme une dentelle de métal et de verre; pendant la nuit, s'illuminer de quatre mille deux cents ampoules électriques donnant l'impression d'une dentelle de feu à effets changeants.

Ce mode d'illumination entièrement nouveau fut mis pour la première fois en œuvre à l'Exposition de 1900. Jusqu'alors, la décoration lumineuse des grands édifices avait exclusivement consisté dans des rampes à gaz ou des cordons de lampes électriques, formant soit des lignes, soit des motifs de feu d'un dessin fixe et de couleurs constantes. L'idée de faire varier l'illumination, à intervalles réguliers, dans sa forme ou sa couleur, imprimait de la vie à l'ensemble du décor et en renouvelait sans cesse l'intérêt. Cette idée n'était réalisable qu'au moyen de la lumière électrique, qui permettait seule l'instantanéité des changements.

M. Hénard avait longuement étudié la décoration de la crête, tant au point de vue des éléments considérés en eux-mêmes qu'au point de vue des allumages séparés et des combinaisons susceptibles d'en résulter. Les éléments lumineux se divisaient en quatre classes :

[1] La forme géométrique de cette étoile était celle d'un icosaèdre de 8e réseau. (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, numéro du 20 juillet 1885.)



PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Effets lumineux de la crête

1° Éléments à feu visible constitués par des ampoules de verre blanches ou colorées;

2° Éléments lumineux par transparence à courte distance et à couleurs changeantes;

3° Éléments lumineux par transparence à grande distance;

4° Auréole lumineuse obtenue par l'éclairage direct de l'atmosphère.

Tantôt les ampoules servant à constituer les éléments de la première catégorie dessinaient des lignes de feu et, en ce cas, s'espaçaient régulièrement suivant des moulures; le plus souvent, elles occupaient la concavité de ces moulures, pour bénéficier de l'éclairage des parties concaves qui donnent l'illusion d'une ligne lumineuse sans solution de continuité. Tantôt elles étaient dispersées, soit en guirlandes, soit en des points convenablement choisis des cartouches ou autres organes de la décoration. Tantôt elles se groupaient en bouquets, avec des verrines transparentes en forme de corolles de fleurs.

Les éléments de la seconde catégorie étaient faits comme de grandes lanternes en verre d'opaline blanche figurant des globes, des étoiles, des pierres précieuses taillées à pans. Derrière les lames d'opaline transparente, l'architecte avait distribué des groupes de lampes bleues, blanches ou rouges, qui teintaient les lanternes de la couleur voulue. Pour quatre grandes étoiles à 32 pointes[1], placées au faîte des motifs de la façade et exposées de toute part au vent, l'opaline eût rendu les pointes trop fragiles; elle dut être remplacée par des lames de mica imbriquées et dépolies à la céruse.

Des lames d'opaline ou des panneaux de vitraux sertis dans des moulures en zinc avec armature de bandes en fer constituaient les éléments de la troisième catégorie. Ces éléments étaient éclairés, à 15 mètres environ de distance, par de puissants projecteurs munis de disques à six couleurs, disposés sur le toit de la grande salle et invisibles pour les spectateurs du Champ de Mars; les rayons colorés venaient illuminer de couleurs changeantes les lames d'opaline et les

[1] Icosaèdres de 5ᵉ réseau.

vitraux. M. Hénard avait ainsi tiré un très heureux parti des grands balustres, des rinceaux, des grandes palmettes entrant dans les deux motifs secondaires et du vaste éventail appartenant au motif central : pour les palmettes et l'éventail, des vitraux en forme de plume de paon étaient substitués à l'opaline.

Enfin six projecteurs de marine disposés en éventail derrière le motif central et envoyant dans l'espace leurs rayons aussi concentrés que possible produisaient une auréole lumineuse, une sorte de *gloire* qui accompagnait la statue de *l'Électricité* et imprimait une allure grandiose à l'ensemble du décor. Au lieu d'être lancés dans un plan vertical, les rayons lumineux suivaient les génératrices d'un cône dont l'axe horizontal était parallèle à l'axe longitudinal du Champ de Mars; leur visibilité s'en trouvait accrue, sans que l'effet perspectif pour un spectateur placé à l'intérieur du cône, c'est-à-dire pour un spectateur du Champ de Mars, fût modifié.

Les éléments lumineux des deux premières catégories avaient été groupés en un certain nombre de réseaux indépendants : réseau des bouquets blancs; réseaux des globes et lanternes rouges, bleus ou blancs; réseau des balustres et frises; etc. Ces réseaux pouvaient être allumés séparément. La manœuvre s'effectuait à l'aide d'un tableau installé dans un petit abri sur le toit du palais; ce tableau permettait aussi de commander la manœuvre des disques colorés pour les effets de la troisième catégorie.

Chaque soir, à partir de neuf heures, se succédaient de deux minutes en deux minutes les diverses combinaisons susceptibles d'être réalisées au moyen des réseaux à feu visible et des réseaux d'éléments colorés par transparence. Puis venait l'allumage général en blanc de tous les éléments. Ce dernier effet, extrêmement brillant, durait une dizaine de minutes, à l'expiration desquelles la série recommençait.

2. *Décoration intérieure. Salle des Glaces ou des Illusions.* — La décoration intérieure du palais de l'Électricité proprement dit était basée sur l'étude des grandes fermes laissées partout apparentes. Un paragraphe spécial étant consacré plus loin à l'ossature métallique et con-

tenant la description des fermes principales, je me borne à mentionner ici que la forme trilobée de la façade sur le Champ de Mars se retrouvait dans les lignes des fermes de la salle centrale et dans certains détails des piliers.

De même qu'à l'extérieur tout l'effort décoratif avait été concentré sur la crête, il le fut, à l'intérieur, sur la salle des Glaces ou salle des Illusions.

Cette salle, située au niveau du premier étage, comportait six grandes arcades à dentelures, de style mauresque, disposées en plan suivant un hexagone régulier et supportant une coupole sur pendentifs inspirée de la salle des *Deux sœurs* à l'Alhambra de Grenade, mais aux proportions beaucoup plus vastes. Elle avait les dimensions suivantes : diamètre d'angle en angle, 26^m 56; largeur de face à face, 23 mètres; longueur des pans, 13^m 28; hauteur au sommet de la coupole, 21 mètres.

La surface de la coupole était constituée : 1° par six arcs-doubleaux, qui se coupaient symétriquement et formaient une grande étoile à six rayons, portant par leurs extrémités sur le sommet des arcades ; 2° par des entrelacs couvrant les espaces entre les arcs-doubleaux et tracés sur un réseau dodécagonal, avec panneaux d'arabesques ou de rosaces très méplates. Un petit oculus central servait à la ventilation de la salle.

M. Hénard avait attribué aux pendentifs de fortes saillies, disposées comme une série de trompes en encorbellement les unes sur les autres et formant ce que l'on a appelé tantôt des «nids d'abeilles», tantôt des stalactites arabes. Ainsi que l'a démontré Owen Jones dans son ouvrage relatif à l'Alhambra, les stalactites se réduisent à sept éléments distincts qui peuvent se juxtaposer indifféremment en tous sens et dont les combinaisons variées à l'infini produisent ces aspects troublants et séduisants, imités des géodes de cristaux précieux. Mais, dans les salles arabes, la coupole est toujours établie sur un plan carré ou rectangulaire, et les stalactites des pendentifs sont immuablement composées de prismes dont les angles ont 90 ou 45 degrés. Ici, le plan de la salle étant hexagonal, les stalactites élémentaires devaient être composées de prismes équilatéraux avec des angles uni-

formes de 60 degrés. L'architecte fut donc obligé de se livrer à une étude fort longue et fort délicate de transposition, décomposer en leurs divers éléments les voûtes arabes prototypes, puis changer les angles de ces éléments et les recomposer dans la disposition nouvelle dictée par la coupole centrale. Afin d'éviter la monotonie, il intercala dans chacun des six pendentifs, au milieu des stalactites, quatre petites calottes à nervures dont la plus haute pouvait s'ouvrir ou se fermer.

Les six arcades avaient leur archivolte en forme de croissant outrepassé et reposaient sur des entablements robustes, portés eux-mêmes par six groupes de deux demi-colonnes. Sous les colonnes étaient de hauts piédestaux percés de baies qui donnaient accès dans les six angles de l'hexagone.

Une dorure faite avec des poudres d'or chimiques de tons différents (or vert, or rouge, or jaune) était appliquée sur la voûte, les pendentifs et les arcs; certaines rosaces, certaines lignes principales, certains accents dans les stalactites avaient été dorés au cuivre et à la feuille. Le fût des demi-colonnes d'angle était formé de demi-cylindres en opaline blanche, avec décor extérieur d'onyx veiné obtenu à l'aide d'une peinture au vernis. Quant aux piédestaux, ils simulaient du marbre rose.

Au-dessous des arcades, les parois de la salle étaient entièrement garnies de glaces jointives, établies dans des plans parfaitement verticaux au moyen d'appareils de réglage particuliers.

Grâce aux propriétés de l'hexagone, la décoration se réfléchissait de manière à donner l'illusion de perspectives d'arcades se perdant à l'infini suivant six axes rayonnants. Par suite de leur position dans les angles des parois verticales, les deux demi-colonnes portant la retombée de deux arcades représentaient trois colonnes entières équidistantes supportant la retombée de trois arcades.

C'est dans ce milieu que M. Hénard organisa une décoration électrique de forme et de couleurs changeantes, dont les effets multipliés par la réflexion des glaces devaient déterminer des aspects de véritable féerie et attirer sans interruption la foule des visiteurs.



Neurdein frères, Phot.

SALLE DES GLACES



Neurdein frères, Phot.

SALLE DES GLACES

L'appareillage électrique comprenait :

Un lustre gigantesque constitué par des guirlandes de lampes à incandescence en verre dépoli blanc, que portaient six clefs pendantes en zinc estampé, terminées par des étoiles à douze pointes[1];

Trois séries de lampes colorées bleues, rouges et blanches, pour ces étoiles;

De longues guirlandes analogues à celles du lustre, mais plus développées, le reliant aux retombées des arcs-doubleaux de la coupole;

Au départ des pendentifs et aux points de tangence des arcades, six appliques en forme de bouquets avec ampoules de couleur;

A chaque dentelure des archivoltes, un groupe de trois ampoules à incandescence, l'une bleue, la seconde rouge et la troisième blanche, pour dessiner par des points lumineux le profil outrepassé des arcades;

Dans les demi-colonnes, des grappes de lampes irrégulièrement disposées, dont les couleurs alternées étaient le rouge, le blanc et le vert malachite, et qui, allumées, soit ensemble, soit par mariage de deux couleurs, soit par couleur isolée, produisaient des aspects de marbre blanc, rose, rouge, malachite, etc., avec leurs veines et leurs nuances;

Sur les chapiteaux et les bases en staff des colonnes, quelques lampes jaunes avec calotte opaque renvoyant la lumière vers les dorures.

Chacun des éléments de la décoration électrique (grand lustre, étoiles bleues, étoiles rouges, étoiles blanches, appliques d'angle, arcades bleues, arcades rouges, arcades blanches, colonnes blanches, colonnes rouges, colonnes vertes) était aménagé en réseau ou circuit distinct, susceptible de s'allumer ou de s'éteindre séparément. Les différents circuits venaient aboutir au tableau placé dans un entresol de service, à 2 m 50 au-dessous du niveau de la salle. Tous les circuits se fermaient ou s'ouvraient par des basculateurs à mercure, que commandaient les touches d'un pupitre de manœuvre installé dans une petite loge, à l'un des angles de la salle. Ces appareils avaient l'avantage de supprimer l'étincelle de rupture; ils ont fonctionné sans accident ni dérangement pendant toute la durée de l'Exposition.

Le gros câble amenant le courant électrique était branché sur le tableau général de distribution derrière le Château d'eau et alimenté par les groupes électrogènes.

[1] Dodécaèdres étoilés de 2e réseau.

Il y avait 3,000 lampes environ. Comme les glaces reproduisaient nettement pour l'œil trois réflexions successives, le spectateur voyait dix-huit salles semblables à celle dans laquelle il se trouvait et, par suite, 54,000 lampes, sans compter les réflexions plus confuses des perspectives lointaines.

Sur les six baies d'angle, quatre avaient été aménagées en loges; deux servaient au passage du public. Mais l'entrée et la sortie s'effectuaient principalement par deux vomitoires d'une hauteur de 2^{m}10 et d'une largeur de 5^{m}75, pratiqués dans l'axe du Champ de Mars et correspondant à deux portes du second mur concentrique de la salle, dont l'une faisait face à la salle centrale du palais de l'Électricité et l'autre à la salle des Fêtes; ces vomitoires étaient munis de rideaux en peluche vieil or.

L'Administration admettait gratuitement les spectateurs par fournées de 1,000 personnes. Aussitôt la salle remplie, les portes étaient fermées et les rideaux tirés. Une sonnerie électrique se faisait entendre, et les effets lumineux, appliques, étoiles, arcades et colonnes de diverses nuances, se succédaient rapidement; puis, après avoir donné simultanément tous les effets de couleurs, on les transformait en effets blancs et on allumait le grand lustre. Ce brusque flot de lumière, éclatant comme un bouquet de feu d'artifice après la progression de clarté croissante, provoquait invariablement les vifs applaudissements de la foule. La séance avait duré dix minutes environ. A la suite d'une nouvelle sonnerie, les gardiens ouvraient les portes pour l'évacuation du public. Une autre fournée pénétrait ensuite dans la salle et le spectacle recommençait. Le nombre des séances s'élevait jusqu'à 24 par après-midi.

Au début, le public stationnait dans un passage du rez-de-chaussée et montait ensuite par l'un des escaliers secondaires adjacents à la salle, pour y entrer latéralement. Mais la queue ne tarda pas à déborder au milieu des exposants; il fallut établir des filières dans la salle des Fêtes, puis dans les abris extérieurs du vestiaire, le long de l'avenue de La Motte-Picquet. Ces filières avaient un développement de 350 mètres et pouvaient contenir 4 à 5 personnes de

front, ce qui représentait 4,500 personnes environ attendant leur tour pendant 1 heure 1/2 en moyenne. L'entrée se fit, dès lors, par le haut de l'escalier de la salle des Fêtes et l'évacuation par la grande salle du palais de l'Électricité; les portes latérales furent réservées aux seules entrées directes qu'autorisait le Commissariat général et pour lesquelles elle délivrait des cartes spéciales. Dès le commencement de juillet, le nombre des visiteurs dépassa 20,000 par jour[1].

Outre les séances publiques, le Commissariat général offrit des séances particulières au Président de la République, à plusieurs souverains, à des personnages princiers, aux commissaires généraux étrangers, à des collectivités importantes[1]. Aux effets lumineux ordinaires s'ajoutaient alors d'autres effets constituant une véritable représentation théâtrale.

En six points équidistants du centre de la salle avaient été ménagés dans le plancher des orifices octogonaux de 1 m 20 de diamètre. Chacun de ces orifices était enveloppé d'un écran octogonal haut de 1 m 40, qui formait une sorte de corbeille en menuiserie ornée de panneaux et qui empêchait le regard des visiteurs de pénétrer dans le sous-sol, sans masquer néanmoins la perspective de la salle. Six projecteurs de 20 ampères, placés à l'entresol, envoyaient par les baies ainsi organisées des pinceaux de rayons verticaux, allant se perdre dans les calottes mobiles de la voûte.

Au milieu des traînées lumineuses verticales fournies par les projecteurs, M. Hénard mettait en mouvement, à l'aide de cordes et de poulies, quatre grands papillons de couleurs variées et deux libellules de 0 m 90 d'envergure aux ailes de gaze pailletée. Le mouvement de va-et-vient des papillons et des libellules transformait la salle en une immense volière remplie d'animaux fantastiques.

L'architecte y projetait aussi, par des tubes à entonnoir, une pluie de fragments légers de mica, dont la plus grande dimension ne dépassait pas deux centimètres. Ces fragments s'illuminaient au cours

[1] Voir le chapitre des Fêtes.

de leur chute et éveillaient l'impression d'une pluie d'argent tombant du cintre.

Dans d'autres cas, ce furent des pétales de fleurs et des comètes avec queue en gaze de soie. Mais l'inflammabilité de tels objets exigeait certaines précautions, tandis que le mica, absolument incombustible, ne présentait aucun danger, même dans l'éventualité d'une chute sur les charbons de l'arc électrique.

Les jours de grand gala, des figurantes suspendues à des câbles d'acier surgissaient des puits, s'élevaient à 15 mètres de hauteur et prenaient un mouvement très lent de va-et-vient, sous l'action de treuils équilibrés. Pendant leur ascension, des disques tournants, munis de feuilles de verre transparent, faisaient varier leur coloration. Des filets, tendus dès qu'elles avaient dépassé le niveau du sol, prévenaient tout accident. Lors du banquet offert aux commissaires généraux étrangers, les danseuses aériennes émergèrent de massifs de fleurs disposés autour des orifices.

Des dispositifs spéciaux dans les entre-colonnements permettaient une série d'effets d'un autre caractère.

La plate-forme supérieure des piédestaux, réglée à 3 mètres de hauteur au-dessus du parquet, avait assez de largeur pour recevoir un homme; d'ailleurs, elle était pourvue d'un garde-fou léger et peu visible, donnant toute sécurité. Pour y livrer accès, l'architecte avait rendu mobile l'un des deux petits panneaux de glace qui formaient dans les entre-colonnements l'angle des surfaces réfléchissantes.

Au signal d'une sonnerie électrique, six figurants costumés à l'orientale apparaissaient, tenant deux hampes dorées garnies chacune de trois drapeaux. En raison de la multiplication des images, chaque angle de la salle semblait occupé par trois porte-hampes agitant dix-huit drapeaux, parmi lesquels ceux des nations participant à l'Exposition. Ces drapeaux étaient parsemés de paillettes assorties à leurs couleurs. Six projecteurs installés dans les angles des pendentifs de la voûte, derrière des orifices circulaires pourvus de volets mobiles, éclairaient brusquement les groupes ainsi constitués; on éteignait alors toutes les autres lumières de la salle. L'illumination puissante

des étoffes pailletées, flottant dans une demi-obscurité, produisait un aspect fantastique.

Les projecteurs électriques de la voûte servaient aussi à éclairer une petite estrade mobile, montée soit à l'un des angles de la salle, soit contre l'une des parois de glace.

Sur cette estrade, des artistes appartenant en général à l'Opéra exécutaient de petits ballets très attrayants. Les danseuses, en costumes orientaux, étaient éclairées par des rayons de différentes couleurs.

Un orgue, un piano avec quelques musiciens, ou même un orchestre invisible dissimulé en sous-sol, accompagnaient les divers numéros du programme.

Les séances de gala se terminaient toujours par un tableau magnifique : tous les effets d'illumination étaient réunis; les danseuses se montraient groupées sur l'estrade; les figurants des entre-colonnements agitaient leurs drapeaux; la pluie d'argent tombait des orifices supérieurs de la voûte. Après le flamboiement du grand lustre, l'extinction se faisait complète dans la salle qui ne recevait plus de lumière que des réflecteurs invisibles placés dans les corbeilles et qui reprenait l'aspect étrange de voûtes d'or se perdant à l'infini dans un lointain sombre et mystérieux.

Comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire, les travaux de la salle des Illusions furent conduits dans le plus grand secret. Rompant avec les traditions de publicité, le Commissariat général tenta en 1900 une expérience intéressante de discrétion. Il résolut de préparer sans bruit une attraction inédite, dont le succès lui paraissait certain, et de ne la dévoiler qu'après son entier achèvement. Son but était de ne point émousser par avance l'admiration des visiteurs, de leur réserver une surprise inattendue, de ranimer au besoin la vogue du Champ de Mars et de maintenir ainsi l'équilibre des foules dans les diverses parties de l'enceinte : la perspective grandiose de la nouvelle avenue, le tableau enchanteur des rives de la Seine, la séduction des objets

artistiques exposés, soit aux Champs-Élysées, soit à l'Esplanade des Invalides, la moindre distance entre ces régions et le centre de Paris, pouvaient, en effet, faire craindre que les galeries scientifiques, industrielles ou agricoles ne vinssent à être quelque peu délaissées.

L'expérience réussit à souhait et le secret fut si bien gardé qu'à part le Commissaire général, les directeurs, l'architecte et quelques agents, le personnel de l'Administration lui-même ne connut pas la salle avant son ouverture. Ne possédant que des dessins partiels, limités à leur œuvre propre, les entrepreneurs avaient cru travailler à un salon d'honneur, baptisé du nom de salle hexagonale; seule, la mise en place des glaces, effectuée à la dernière heure, leur dessilla les yeux.

Une réussite absolue, dépassant les espérances les plus optimistes, fut la légitime récompense de M. Hénard.

4. Fondations. — De même que la plupart des autres édifices de l'Exposition, le palais de l'Électricité a été fondé par puits circulaires ou polygonaux, forés au droit des points d'appui de l'ossature métallique et jusqu'à la couche de sable d'alluvion, remplis de béton et de maçonnerie, et reliés par des arcs pour supporter les murs d'allège du rez-de-chaussée.

Selon le niveau du sable, la profondeur de ces puits a varié de 3 à 7 mètres; elle a été sensiblement de 5 mètres en moyenne.

Le remplissage se composait : 1° d'une couche de béton avec mortier de chaux hydraulique, s'arrêtant à 1^m^75 au-dessous de la cote du rez-de-chaussée; 2° d'un massif de meulières hourdées en mortier de chaux hydraulique ou de ciment, suivant les cas.

Tel était, du moins, le système général de fondation. Pour les grands piliers de la salle centrale, il a fallu prendre des précautions particulières et remplacer les puits par de forts massifs rectangulaires en béton de ciment, dans lesquels ont été noyés les empattements à console métallique constituant l'encastrement inférieur des piliers; ces massifs, d'autant plus puissants qu'ils étaient plus rapprochés du milieu de la salle, atteignaient une longueur de 9^m^50 et une largeur

de 5m 40, avec une profondeur de 5m 10; ils avaient été déterminés de telle sorte que la pression sur le sol ne dépassât pas 5 kilogrammes par centimètre carré, dans le cas où un vent violent d'une intensité de 120 kilogrammes par mètre carré soufflerait dans les parties hautes et non abritées de la salle centrale.

Sous la salle hexagonale, la couche de sable se rencontra heureusement à un niveau élevé (3m 50 en contre-bas du sol); la construction put être fondée dans des conditions excellentes et économiques sur des massifs ou des rigoles de béton.

D'anciennes substructions furent souvent rencontrées dans les fouilles. Quand elles offraient une résistance et une stabilité acceptables, l'architecte les incorporait dans les nouvelles fondations.

Les déblais ont été utilisés pour combler les bassins des fontaines lumineuses de 1889, exhausser les anciens jardins bas du Champ de Mars et faire les rampes d'accès du Château d'eau.

Adjugés à M. Vabre, entrepreneur, les travaux furent commencés le 7 juillet 1898 et terminés avant la fin de la même année, sauf les grandes piles de la salle centrale, dont l'achèvement était subordonné au réglage des supports métalliques et ne put se compléter qu'en mai 1899.

5. Ossature métallique. — 1. *Galeries extrêmes de 30 mètres.* — Au moment où était entreprise l'étude du plan général de l'Exposition de 1900, l'ancienne galerie de 30 mètres laissée par l'exposition de 1889 subsistait encore. Il devait rester de cette galerie, après la démolition du Dôme central, six fermes et cinq travées de pannes en bon état de conservation, que le Commissariat général résolut d'utiliser dans le palais de l'Electricité.

Les fermes dont l'Administration allait ainsi tirer parti furent transportées par groupes de deux, toutes montées avec leurs pannes et chevrons, vers l'extrémité de la nouvelle galerie de 30 mètres, côté La Bourdonnais. Trois mouvements successifs furent nécessaires pour le transport : 1° translation suivant l'axe longitudinal du Champ de Mars, jusqu'à l'emplacement de la nouvelle galerie; 2° rotation de 90°; 3° seconde translation suivant l'axe longitudinal de cette

IMPRIMERIE NATIONALE.

dernière galerie, c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe longitudinal du Champ de Mars. Ils s'effectuèrent au moyen de voies ferrées très robustes et de sabots avec galets, adaptés à la base des piliers, après soulèvement de ces pièces par des vérins. L'opération réussit; malheureusement, avant que la liaison entre les différents groupes eût pu être établie, survint une violente bourrasque qui ravagea le quartier et qui, malgré les étaiements, renversa deux travées en déchirant les fermes. Cet accident réduisit dans une notable proportion la partie réemployée de l'ancienne galerie de 30 mètres.

Quant aux fermes nouvelles destinées à former la galerie extrême côté Suffren et à remplacer les fermes détruites du côté La Bourdonnais, elles avaient le même profil extérieur que ces dernières, reproduisaient presque complètement leur profil intérieur d'ogive aplatie et comportaient également un lanterneau vitré, mais s'en distinguaient par deux différences essentielles : la solidarité absolue avec les piliers; la substitution de l'acier au fer. L'ouverture était de $30^{m}47$ hors œuvre; l'espacement, de 11 mètres à 25 mètres; la hauteur sous faîtage, de $27^{m}55$. Des diagonales et des montants verticaux remplissaient l'espace compris entre l'intrados et l'extrados. Sept grandes pannes portaient les chevrons et le lanterneau. Les piliers présentaient une section en double ᴛ de $0^{m}80$ sur $0^{m}40$.

2. *Salle centrale.* — Dans la salle centrale, les fermes offraient des dispositions particulièrement intéressantes et originales. Leur hauteur variait de part et d'autre de l'axe du Champ de Mars, de manière à suivre la forme trilobée de la façade; elles portaient directement un chevronnage métallique épousant le gabarit de cette façade.

Ces fermes avaient comme appuis de vigoureux piliers à caisson, montant jusqu'au faîtage. Les caissons étaient formés de deux poutres verticales composées à âme pleine et en double ᴛ, disposées normalement à l'axe de la nouvelle galerie, mesurant $0^{m}30$ dans le sens de cet axe et $1^{m}40$ dans le sens perpendiculaire, distantes de $2^{m}30$ d'âme en âme pour les deux fermes centrales et de $1^{m}10$ pour les autres, reliées entre elles par de doubles cornières horizontales et



Phot. A. Chevojon

PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Salle centrale. — Étage

par des goussets, avec consolidation au moyen de treillis dans les quatre piliers du centre; ce treillis se retrouvait aux huit appuis encadrant les vestibules extrêmes de 17 mètres. Des consoles métalliques noyées dans les massifs de béton donnaient un large empattement à la base des caissons. En outre, deux grands contreforts métalliques à courbure circulaire et à caisson, passant par-dessus la galerie de 9m50 pour retomber près du mur de la salle hexagonale, venaient contre-buter les piliers médians du côté de l'École militaire. L'établissement de ces contreforts, l'accroissement des dimensions du caisson et le renforcement de la liaison des deux poutres constitutives, dans les piliers de la travée centrale, se justifiaient par la hauteur exceptionnelle de l'édifice suivant l'axe du Champ de Mars, par sa largeur relativement faible et par l'étendue de la travée, qui atteignait 15m50, alors que l'espacement des autres fermes ne dépassait pas 9 mètres. La liaison des deux poutres de chaque pilier laissait des panneaux vides, présentant en général la forme d'un octogone de 1m50 de hauteur et remplis par une cloison en briques de verre sur la façade du Champ de Mars, par une cloison en plâtre sur la façade opposée.

Dans les deux façades, les piliers étaient réunis : 1° à hauteur moyenne, par des poutres horizontales supportant, soit de grandes verrières en plein cintre, soit des pans de fer hourdés en plâtre pour la partie que masquait le Château d'eau; 2° au sommet, par des poutres de couronnement qui formaient chevrons de rive. Du côté du Champ de Mars, la poutre de couronnement avait plus de hauteur que du côté de l'École militaire, parce qu'elle recevait l'ossature métallique de la crête décorative.

Les fermes se composaient des éléments suivants :

1° A la partie supérieure, une poutre horizontale à double T, sur laquelle s'assemblaient les chevrons courbes de la toiture;

2° Au-dessous de cette poutre et contre les piliers, deux grands treillis carrés de 5m54 de côté, dont les deux diagonales étaient reliées par un cercle et des cornières en forme d'étoile à 8 pointes (une rosace lancéolée en tôle découpée, simplement obtenue au poinçon et à la cisaille, ornait le centre du carré);

3° Entre les deux treillis carrés, un arc elliptique également à treillis, ayant une hauteur de 5m34 aux naissances et de 1m50 à la clef;

4° Sous les treillis carrés, des consoles courbes fixées sur les piliers, ayant uniformément leur point de départ à 13m50 au-dessus du sol et comportant dans leur hauteur des variations égales à celles du niveau supérieur de la ferme.

Ce dernier élément était le seul variable.

Ainsi constituées, les fermes dessinaient une courbe trilobée plus ou moins écrasée, selon leur distance à l'axe du Champ de Mars.

Elles étaient réunies transversalement, c'est-à-dire dans le sens perpendiculaire à l'axe du Champ de Mars, au moyen d'arcs elliptiques rampants à treillis, dont l'extrados suivait la courbe de la couverture et qui correspondaient aux montants verticaux intérieurs des treillis carrés. Des entretoisements, placés sur les parties horizontales de la couverture, au droit des deux motifs secondaires, concouraient à empêcher le roulement longitudinal.

La hauteur au faîtage, en partant de la travée centrale, avait été respectivement fixée à 46 mètres, 37m72, 30m86, 29m45 et 26 mètres.

Pour les deux fermes de 46 mètres, qui supportaient le plus grand effort de déversement et sur lesquelles reposait l'édicule central de la crête, l'âme était double et l'intrados à treillis.

3. *Vestibules d'extrémité de la salle centrale.* — Deux vestibules d'une largeur de 17 mètres, dans le sens de l'axe longitudinal du Champ de Mars, rattachaient la grande salle centrale aux galeries extrêmes de 30 mètres, côté Suffren et côté La Bourdonnais. Ces vestibules constituaient en réalité des galeries transversales, faites de petites fermes légères qui étaient parallèles aux façades, affectaient la forme d'un croissant, portaient un petit lanterneau d'éclairage et de ventilation, et se terminaient vers le Champ de Mars par un fronton demi-circulaire.

4. *Galerie de 9m50.* — La galerie de 9m50 comportait de petites

fermes en forme d'arc outrepassé, avec des consoles inférieures, s'attachant, vers le Champ de Mars, à des piliers secondaires et, vers les cours de la force motrice, à d'autres piliers réunis par un pan de fer. Ces fermes avaient au faîtage une hauteur de 18 mètres. Leur âme se composait de diagonales et de montants verticaux, sur lesquels s'assemblaient les pannes et le lanterneau. Exceptionnellement, les fermes de tête étaient pourvues de deux âmes, l'une pleine, l'autre à treillis.

5. *Galeries d'extrémité de 10^{m} 28.* — Quoique de portée différente, les fermes de ces galeries présentaient la plus complète similitude avec celles de 9^{m} 50. Elles se terminaient par deux croupes. Des vitrages fermaient latéralement les passerelles.

6. *Salle hexagonale.* — La salle hexagonale était couverte par une coupole dodécagonale formée de douze demi-fermes à treillis. Ces fermes soutenaient, à l'aide d'aiguilles en fer et en charpente, la coupole intérieure en staff de la salle, qui ne pouvait prendre aucun point d'appui sur les parois revêtues de glaces; elles avaient pour supports les murs en maçonnerie de la construction.

7. *Halls latéraux à la salle hexagonale.* — Les halls latéraux à la salle hexagonale étaient couverts par de grandes fermes à treillis sans tirant, analogues à celles des galeries extrêmes de 30 mètres et portant, comme elles, un lanterneau.

Ces fermes, parallèles à l'axe longitudinal du Champ de Mars, avaient une particularité : leur dyssymétrie par rapport au faîtage. En raison de difficultés de construction précédemment indiquées, l'architecte s'était vu dans l'obligation de laisser entre les halls et le palais de l'Agriculture un espace libre de 3^{m} 36, prélevé sur la largeur de 40 mètres séparant ce palais de la galerie de 9^{m} 50. Or, la zone de 40 mètres devait nécessairement présenter en dehors des halls, dans toute l'étendue des cours de la force motrice, une voie médiane de circulation que le plan de répartition des générateurs et les nécessités de leur service empêchaient de déplacer; d'autre part, la

salle kexagonale était également axée sur le milieu de la zone de 40 mètres. La position des portes d'entrée dans les halls et du faîtage se trouvait ainsi déterminée; il fallut composer les fermes de deux demi-fermes dissemblables ayant l'une 20 mètres d'ouverture et l'autre $16^m 64$ seulement. Afin de masquer le défaut de symétrie, M. Hénard attribua à l'intrados des fermes la forme d'une ellipse très surbaissée. L'œil discernait avec peine l'emplacement exact du point culminant de la courbe et la dyssymétrie n'apparaissait pas au spectateur, à moins qu'il n'en fût prévenu.

Les halls se terminaient par un pan de fer, du côté de la salle hexagonale, et par un rideau vitré, du côté des cours de la force motrice.

8. *Planchers.* — L'ossature des différents planchers était formée de poutres à âme pleine et de solives en double T laminées. Dans la galerie de $9^m 50$, les poutres principales portaient exclusivement sur les piliers des fermes; dans les autres galeries, elles avaient des supports intermédiaires en acier; enfin, dans la salle hexagonale, les appuis intermédiaires étaient en fonte.

9. *Crête et édicules supérieurs.* — La charpente de la crête comprenait essentiellement : des piliers secondaires, surmontant les grands piliers de la façade et placés en encorbellement sur le nu extérieur de ces derniers piliers; une petite poutre supérieure à treillis, assemblée aux piliers secondaires et suivant un profil général analogue à celui de la façade, mais surélevé des ailes vers le sommet, de manière à dessiner avec la grosse poutre de couronnement une sorte de croissant trilobé; des aiguilles verticales en acier, de hauteur variable, au nombre de 4 par travée de 9 mètres, reliant les deux poutres; des contre-fiches également en acier, arc-boutant les piliers secondaires et venant s'assembler sur l'extrados des fermes au droit de leur intersection avec les arcs rampants intérieurs.

Deux édicules secondaires et un édicule central coupaient la crête en quatre parties. Pour chacun d'eux, l'ossature comportait quatre piliers à treillis réunis par deux arcs parallèles à la façade. Vers le

Champ de Mars, les piliers étaient au même nu que ceux de la crête, c'est-à-dire en encorbellement sur les grands piliers montant du fond; quant aux piliers postérieurs, ils reposaient en porte-à-faux sur l'extrados des fermes, à la limite intérieure des treillis carrés. Les arcs des motifs secondaires avaient 9 mètres de portée, étaient à treillis et portaient des baldaquins en zinc avec étoiles supérieures, ainsi que de vastes palmettes à queue de paon intercalées dans la crête. Ceux du motif central, ayant une portée de 15^m50 et recevant la lourde masse du groupe statuaire avec le soleil central, devaient être beaucoup plus robustes; ils étaient en caisson à treillis et reposaient, l'un sur les grands piliers de la façade, l'autre sur l'extrados des fermes doubles; les quatre piliers d'angle, juxtaposés aux arcs, servaient à les moiser et à supporter des pilastres en zinc estampé; des aiguilles en éventail, auxquelles s'attachaient des ornements et des vitraux, coupaient l'ouverture de l'arc voisin du Château d'eau.

10. *Méthodes de calcul.* — Les seules indications méritant de trouver place dans ce rapport sont relatives aux fermes des galeries extrêmes de 30 mètres, de la salle centrale et des halls latéraux à la salle hexagonale.

Pour les galeries de 30 mètres et les halls, le service du contrôle des constructions métalliques a tenu compte de la solidarité des fermes avec les piliers; l'ensemble d'une ferme et de ses deux piliers était considéré comme un arc de forme particulière ayant deux points d'appui fixes au niveau du sol. La réalisation de la continuité des piliers et des fermes favorisait la stabilité de l'édifice et procurait une économie importante de poids.

Les fermes de la salle centrale ont dû être l'objet d'une étude toute spéciale, eu égard au faible rapport entre la largeur et la hauteur de la construction. Sous une pression de vent, évaluée à 120 kilogrammes au mètre carré, la stabilité n'a pu être obtenue que par l'encastrement des appuis et par l'adaptation, aux deux fermes centrales, de contreforts également encastrés.

En ce qui concerne les fermes sans contrefort, le service du contrôle assimilait l'ensemble à une arcade continue encastrée dans

le sol et le calculait au moyen des formules bien connues pour les arcs encastrés.

Le calcul des deux fermes centrales a été plus compliqué, par suite de la présence du troisième appui encastré que fournissait le contrefort. Il y avait trois réactions inconnues pour chaque appui, soit neuf au total, et la statique ne donnait que trois équations. Les ingénieurs ont cherché les six autres équations nécessaires dans l'étude des déformations et séparé, à cet effet, le contrefort de l'arcade, en appliquant au sommet de ce contrefort des forces élastiques remplaçant la liaison supprimée. Une étude du contrefort permettait d'exprimer ces forces élastiques en fonction des réactions de l'appui inférieur et, dès lors, de ne point introduire des inconnues nouvelles dans la question. Les déplacements horizontal, vertical et angulaire du sommet de la pièce furent ensuite déterminés en fonction des mêmes réactions. Puis les ingénieurs passèrent à l'arcade, lui appliquèrent au point de jonction avec le contrefort, et en sus des charges, des forces de liaison égales et de sens contraire à celles qui avaient été trouvées pour le même point envisagé comme appartenant au contrefort, firent usage des trois équations de l'arc encastré et calculèrent les trois déplacements du point de liaison, qu'ils égalisèrent à ceux du même point dans le contrefort. Ainsi fut complété le nombre des équations indispensables pour résoudre le problème.

11. *Exécution des travaux; montage.* — L'ossature métallique du palais de l'Électricité a fait l'objet de deux marchés de gré à gré, l'un avec MM. Baudet, Donon et Cie, pour la salle centrale, l'autre avec la société des forges de Franche-Comté, pour le surplus. Ces marchés datent de juin 1898.

Eu égard à la hauteur de la salle centrale, le montage de la charpente métallique de cette salle a présenté quelques particularités. Afin d'opérer rapidement, les constructeurs organisèrent trois chantiers : le premier, pourvu d'un échafaudage fixe, pour la travée centrale, la plus lourde et la plus délicate à mettre en place; les deux autres, établis à droite et à gauche du chantier médian et pourvus d'échafaudages mobiles, pour le levage des diverses travées par déplacements



Phot. E. Gaillard

PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Montage de la salle centrale (MM. Baudet, Donon et Cie)



Phot. A. Chevojon

PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Montage du motif central de la crête (MM. Baudet, Donon et Cie)

successifs. La grande difficulté résidait dans la précision du montage; il était indispensable de régler avec une rigueur absolue, au moment de la pose, la verticalité des piliers et leur implantation, car rectifier après coup la position de pièces si lourdes eût été chose à peu près impossible. Grâce aux larges surfaces d'appui nécessaires à l'encastrement des piliers, le réglage des premiers tronçons s'effectua sans trop de peine; au fur et à mesure que montaient les piliers, les constructeurs eurent soin de les entretoiser provisoirement d'une façade à l'autre, en employant dans ce but des poutres du plancher. Les tracés avaient eu une telle correction et le montage avait été si précis que les divers assemblages purent être exécutés sans retouche ni calage.

Des échafaudages mobiles servirent pour les galeries de 30 mètres et de 9^m 50, ainsi que pour les halls latéraux à la salle hexagonale; des échafaudages fixes, pour cette salle et les passerelles.

Commencés le 7 août 1898, les travaux furent terminés le 31 mars 1900.

12. *Statistique des poids.* — Le tableau suivant donne les poids totaux, les poids par mètre carré et les poids par mètre cube des différentes parties du palais de l'Électricité :

DÉSIGNATION DES PARTIES DE LA CONSTRUCTION.	POIDS.	SURFACE COUVERTE.	POIDS du MÈTRE CARRÉ COUVERT.	VOLUME ABRITÉ.	POIDS par MÈTRE CUBE ABRITÉ.
	kilogr.	m. q.	kilogr.	m. c.	kilogr.
Galerie de 30 mètres (partie nouvelle)...	755,300	5,400	139.9	126,000	6.0
Salle centrale......................	2,343,250	4,500	520.7	156,000	15.0
Galerie de 9^m 50..................	689,650	3,860	178.7	66,000	10.4
Passerelles de 10^m 28...............	183,700	810	226.8	"	"
Salle hexagonale....................	99,400	1,170	85.0	"	"
Halls latéraux à la salle hexagonale......	516,350	4,100	125.5	88,000	5.9

En tenant compte des surfaces supplémentaires fournies par les planchers, le poids par mètre carré serait de 173 kilogr. 6.

6. Escaliers. — Le palais de l'Électricité comportait six escaliers, savoir : deux grands escaliers, mettant le rez-de-chaussée des galeries

extrêmes de 30 mètres en communication avec le premier étage de la salle centrale; quatre escaliers secondaires, reliant les halls de 36 mètres à la salle hexagonale. Ces six escaliers étaient à limons en fer, à contre-marches du même métal et à marches en bois.

Pour les deux grands escaliers, un marché à forfait fut conclu avec M. Maison, constructeur aux Riceys (Aube). Du côté La Bourdonnais, l'architecte utilisa l'ancien escalier du vestibule central donnant accès au palais des Machines de 1889, ainsi que la belle rampe en bronze et fer forgé de cet escalier; deux statues en bronze de M. Cordonnier surmontaient les pilastres de départ des premières marches. M. Hénard traita sur un plan analogue l'escalier Suffren, en lui donnant une double révolution qui dégageait un passage dans l'axe des galeries de 30 mètres; mais les rampes, d'un dessin simplifié, étaient en fonte et sans statues.

Les quatre escaliers secondaires présentaient en plan la forme d'un triangle. Ils occupaient des espaces irréguliers compris entre les murs de la salle hexagonale et les galeries de communication avec la salle des Fêtes. Leur exécution fut confiée à MM. Leperche frères, en vertu d'un marché de gré à gré.

7. Maçonnerie en élévation. — Parmi les travaux de maçonnerie en élévation, il y a lieu de citer :

1° Les allèges en briques, de $0^{m}11$ d'épaisseur, du rez-de-chaussée et du premier étage, avec enduit de plâtre du côté intérieur;

2° Le remplissage des pans de fer en carreaux de plâtre d'une épaisseur de $0^{m}05$, avec enduit de $0^{m}01$ sur chacune des faces;

3° Les murs et contreforts de la salle hexagonale, d'une épaisseur de $0^{m}50$, en maçonnerie de moellons vieux hourdés au mortier de ciment surcuit du bassin de Paris, avec sommiers en pierre d'Euville pour recevoir les flasques en fonte qui supportaient les consoles à vis des châssis de glaces[1].

Sur les façades des cours de la force motrice, les allèges étaient uniformément rouges; sur les façades La Bourdonnais et Suffren, une

[1] Ces flasques étaient engravées dans les sommiers et reliées deux à deux par des boulons traversant le contrefort.

mosaïque de briques blanches se mélangeait aux briques rouges et constituait un décor simple, mais suffisant.

Adjugés au profit de M. Ragache, les ouvrages de maçonnerie en élévation furent entrepris à la fin de juillet 1899 et achevés le 1er avril 1900.

8. Sol du premier étage en plâtre armé de métal déployé. — Trois partis peuvent être adoptés et l'ont été effectivement pour la structure des planchers du premier étage dans les galeries provisoires d'exposition.

Le premier consiste à supprimer le hourdis et à clouer simplement le plancher sur des solives en bois ou sur des fourrures en bois adaptées aux solives en fer. Il est économique, mais a l'inconvénient de livrer passage aux poussières qui tombent sur les objets exposés au rez-de-chaussée.

Dans le second, le hourdis est encore supprimé. Il diffère du précédent par l'addition d'un plafonnement en bois, toile ou staff, destiné à arrêter la filtration des poussières. Cette addition ne laisse pas de se traduire par une dépense sensible.

Enfin le troisième maintient un hourdis léger, ne surchargeant pas les solives et fait économiquement eu égard à sa faible durée. Il exclut le hourdis en briques et le hourdis plein.

Recourant à cette dernière solution, M. Hénard a, pour la première fois, appliqué un nouveau système dont les résultats ont été très satisfaisants et qui consistait à étendre sur les solives en fer des feuilles de métal déployé, agrafées aux ailes supérieures de ces pièces, puis à couler sur les feuilles de métal une dalle de plâtre de 3 centimètres, ravalée à la partie inférieure. Le métal déployé était en tôle d'acier doux de $0^{m}0015$ d'épaisseur, avec mailles de $0^{m}115 \times 0^{m}040$ suivant les diagonales du losange. Il résulte des essais qu'avec des solives espacées en moyenne de 65 centimètres, la résistance de la dalle, après séchage du plâtre, dépassait 600 kilogrammes par mètre superficiel. Des lambourdes de 41 millimètres en chêne, scellées sur la dalle, portaient le parquet de sapin.

Le travail a été exécuté par la Compagnie française du métal

déployé, en vertu d'un marché de gré à gré. D'après les décomptes, le prix du mètre carré de plancher ainsi constitué ressort à 4 fr. 72.

9. Charpente et menuiserie. — La charpente et la menuiserie (chevronnage et voligeage de la couverture, parquets, portes, cloisonnements, etc.) n'appellent que peu d'indications.

Dans la salle centrale, un vaste panneau à jour, protégé contre la pluie par un lanterneau, avait été ménagé au sommet de la voûte pour la ventilation. Il était fait de frises croisées en treillage.

L'entreprise de charpente de la salle hexagonale comprenait l'établissement d'un entresol de $2^m 50$, réservant une hauteur libre de $5^m 50$ au-dessus du sol pour les trains de charbon destinés aux générateurs, ainsi que la fourniture d'un échafaudage roulant et démontable pour le nettoyage des glaces.

Certaines portes, simplement affectées à la circulation du public, se composaient de deux vantaux va-et-vient, avec panneau supérieur vitré. D'autres portes devaient, à certaines heures, livrer passage aux wagons et, en dehors de ces heures, être closes, sauf des guichets ouverts aux visiteurs : ces portes de grandes dimensions et de poids considérable étaient munies d'écharpes en diagonale reportant la charge sur les pivots inférieurs et disposées de telle sorte que leur cadre ne vînt pas, comme dans les portes cochères ordinaires, couper le seuil des guichets, ce qui eût inévitablement provoqué des chutes.

Des trappes mobiles, d'un enlèvement facile, s'intercalaient dans les parquets au-dessus des voies ferrées et des canalisations électriques.

Les travaux ont été adjugés, pour la plus grande partie, à MM. Caravillot frères; la société ouvrière «Les Charpentiers de Paris» a soumissionné, de gré à gré, la charpente et la menuiserie de la salle hexagonale.

10. Couverture et plomberie. — La couverture du palais de l'Électricité était établie : 1° pour les galeries extrêmes de 30 mètres et les galeries de $10^m 28$ voisines des avenues de La Bourdonnais et de Suffren, au moyen d'ardoises carrées de $0^m 36 \times 0^m 36$ et d'une épaisseur de 5 millimètres, posées en losange sur liteaux avec cro-

chets en fer galvanisé; 2° dans toute la partie centrale, au moyen de zinc n° 10, posé à dilatation libre par feuilles de 0m 80, avec tasseaux et couvre-joints (les marches de service avaient été faites en zinc n° 12).

Des banquettes en zinc n° 10 et des bandes de batellement couraient le long de tous les chéneaux.

Ceux-ci étaient en fonte, avec joints en caoutchouc. L'architecte avait eu soin de les doubler dans les parties basses du toit de la salle centrale, en raison du long développement de ce toit.

Les tuyaux de descente, construits en zinc, présentaient un diamètre de 0m 20 pour la partie centrale et de 0m 16 pour le surplus.

Ces travaux se sont répartis entre M. Turbeau, à qui s'est substitué plus tard M. Crouilbois, et M. Hardy.

11. Crête décorative de la façade. — La crête décorative de la façade était en zinc repoussé, avec armature de bandes de fer plat, qui s'accrochaient à l'ossature métallique. Elle fut exécutée sur un modèle en plâtre au 1/10 établi par M. Alméras, sculpteur ornemaniste, d'après les dessins de l'architecte. Les ornements qui entraient dans sa composition se divisaient en trois catégories : 1° pièces se répétant à des exemplaires multiples (40 bouquets supérieurs, 16 grands vases, 14 consoles, 48 lanternes de couronnement, etc.); 2° pièces à exemplaires doubles (baldaquins, palmettes, cartouches et gaines pendantes, pour les motifs secondaires; frontons d'extrémités); 3° pièces à exemplaire unique du motif central (cartouche de 1900 et grande guirlande). Au total, le poids du zinc employé atteignit 27,640 kilogrammes. MM. Supervielle et Pellier se rendirent adjudicataires du travail, le métal étant fourni par eux en location; leur chef d'atelier, M. Eugène Monnet, déploya beaucoup de goût et montra une facture large en même temps que ferme dans la direction des opérations de repoussage.

On doit à M. Laurent Marqueste, membre de l'Institut, le modèle du groupe central. Un premier modèle au 1/10, fait dans l'atelier du statuaire, avait permis d'étudier l'allure générale du groupe et la structure de la carcasse en fer nécessaire à sa mise en place.

L'exécution en zinc fut soumissionnée par M. Henri Beau; ici encore, le métal était fourni en location. M. Julien, chef d'atelier de M. Beau, dirigea le repoussage.

Le même entrepreneur soumissionna le soleil central adossé au groupe. Ce polyèdre, inscrit dans une sphère enveloppe de 12 mètres de diamètre, était un icosaèdre étoilé de 8e réseau, dont il avait fallu supprimer 20 pointes sur 60, afin de pouvoir l'accoler au groupe statuaire. Les 40 pointes subsistantes représentaient encore 240 arêtes distinctes, se croisant par 12, 10 ou 3. Des assemblages si compliqués avec des fers du commerce présentant de grosses difficultés d'exécution, l'architecte imagina de placer à chaque point d'intersection un nœud coulé en bronze, portant des saillies en nombre égal à celui des arêtes. Aux saillies s'adaptaient des tubes cylindriques en fer forgé de 5 centimètres de diamètre, clavetés par des broches en fer légèrement coniques de 12 millimètres. L'étoile reposait sur quatre pointes inférieures, munies de sabots en fonte et boulonnées à la plate-forme supérieure de l'édicule central. De légers panneaux à jour formaient les faces latérales des pyramides constituant les pointes ou rayons; ils se composaient d'un cadre en fer plat, attaché aux arêtes par des bagues et des boulons, et d'un treillis en fil de fer, recevant aux points de croisement des rosettes en cristal. Ces éléments s'illuminaient, tantôt au moyen d'arcs électriques intérieurs les éclairant d'une lueur douce, tantôt au moyen du projecteur de la Tour qui les faisait scintiller dans un flot de lumière plus éclatant. Toutes les arêtes étaient dorées au four.

Ce fut la compagnie des glaces et verres spéciaux du Nord qui fournit les verreries nécessaires à l'éclairage électrique de la crête (lames d'opaline, globes, demi-globes, verrines, vitraux en forme de queue de paon des grands motifs, etc.). MM. Supervielle et Pellier devaient la pose, aux termes de leur marché.

Enfin les 240 panneaux en mica des grandes étoiles furent exécutés par M. Choquet-Goddier. Ils étaient de forme triangulaire, avaient $1^{m}05$ de longueur sur $0^{m}30$ de base et se composaient de morceaux imbriqués de 12 centimètres sur 6 centimètres, reliés à l'aide d'attaches légères en cuivre.

12. Peinture et vitrerie. — L'ossature du palais de l'Électricité fut revêtue, à l'intérieur de l'édifice, d'une couche unique de peinture assez épaisse pour couvrir entièrement la couche de minium; M. Hénard avait choisi un ton rose clair obtenu par un mélange d'ocre jaune et de vermillon de Chine. Extérieurement, le métal était peint en ocre jaune pâle, avec rehauts d'or dans les lignes et la décoration de la crête.

Pour les bois et les enduits, l'architecte employa une peinture à la colle vert céladon clair. Un encadrement peint sur toile et rappelant par les couleurs des ornements (bleu, bleu foncé, vert, rose et blanc) la tonalité générale de la salle centrale entourait les panneaux de remplissage de cette salle. Les quatre grands panneaux verticaux portaient en lettres d'or les noms des plus célèbres électriciens de tous les pays; le panneau central derrière le Château d'eau était orné d'un cartouche doré avec l'inscription «Palais de l'Électricité».

Une couche de bronze en poudre vieil or, rehaussée de dorures brillantes au cuivre et à la feuille, couvrait l'intérieur de la salle hexagonale.

Les ouvrages de peinture décorative firent l'objet d'un marché de gré à gré avec M. Cornillon; ceux de peinture ordinaire furent adjugés à M. Ch. Blanc.

Toute la vitrerie verticale était constituée par des lames de verre blanc cathédrale, enveloppées d'une bande de verre teinté bleu pâle. M. Ch. Blanc s'en rendit adjudicataire.

Les lanterneaux des combles furent garnis de verres striés blancs. Cette partie des travaux se scindait en deux entreprises : 1° une entreprise de fourniture, adjugée à la compagnie des glaces et verres spéciaux du Nord (Jeumont et Aniche); 2° une entreprise de pose et d'entretien, adjugée à M. Murat, qui devait, lors de la démolition, reprendre les verres en compte.

13. Staff. — Toute la décoration extérieure du palais de l'Électricité se composait de matériaux peu attaquables par les intempéries, tels que la brique, le zinc, le verre. L'emploi du staff fut limité à l'intérieur de l'édifice, et même à la salle hexagonale.

Le travail comprenait un plafond étoilé à compartiments, six pendentifs à stalactites arabes, six arcs, douze chapiteaux et bases de demi-colonnes. M. Alméras, sculpteur ornemaniste, l'entreprit en vertu d'un marché de gré à gré. Une première maquette au 1/10 servit à établir les modèles définitifs, pour la confection des moules en gélatine destinés au coulage des épreuves. Malgré le caractère provisoire de la salle, le sculpteur apporta à son œuvre un soin et une perfection remarquables. Les moulages eurent, d'ailleurs, lieu, pour une très large part, dans la salle et dans les couloirs de service, de manière à ne pas gêner les installations des exposants.

Comme je l'ai déjà indiqué, la coupole était supportée par l'ossature métallique supérieure, à l'aide d'aiguilles en bois ou en fer, ce qui évitait toute poussée sur les six arcs encadrant les panneaux de glace

14. Glaces et châssis de réglage, lustrerie et autres travaux de la salle hexagonale. — La compagnie de Saint-Gobain mit gracieusement à la disposition du Commissariat général, moyennant le prix de location purement nominal de 1 franc, les 84 glaces formant les parois verticales de la salle hexagonale. Ces glaces de premier choix, dites à répétition, présentaient une pureté remarquable et une planimétrie aussi parfaite que possible. Elles étaient étamées à l'argent, avec deux couches de vernis sur l'argenture, et avaient leurs bords rodés, peints en noir. Les objets s'y répétaient trois fois sans déformation sensible. En dimensions courantes, elles comportaient une hauteur de 4^{m}68, une largeur de 2^{m}84 et une surface de 13^{mq}29; la hauteur des glaces placées dans les angles n'était que de 4^{m}09; les 12 glaces d'entre-colonnement avaient 4 mètres sur 0^{m}61. Dans l'ensemble, la valeur marchande de la fourniture pouvait être évaluée à 116,600 francs.

Une réserve de deux glaces de chaque type avait été constituée en vue d'accidents possibles. Cette réserve ne fut mise à contribution qu'une fois, pendant la pose, à la suite d'une fausse manœuvre; la période d'exploitation s'écoula sans aucun dommage.

Les glaces étaient encadrées dans des châssis en fer d'un système breveté, étudié par la compagnie de Saint-Gobain sous la direction de MM. Alfred Biver, directeur général, et Delloye, directeur technique

des glaceries. Ces châssis, composés de cornières et de tôles d'acier de 4 millimètres d'épaisseur, ne débordaient la glace que de 15 millimètres à son pourtour. Ils s'accrochaient à des consoles mobiles en fonte, avec vis de réglage permettant de déplacer le point de suspension de quelques centimètres, soit verticalement, soit horizontalement dans une direction perpendiculaire ou parallèle au plan de la paroi, et, par suite, de mettre les glaces d'un même panneau au plan voulu. M. Henri Brulé, constructeur-mécanicien, se chargea, par un marché de gré à gré, de l'exécution des châssis et des appareils de réglage.

Des wagons spéciaux amenèrent directement les glaces de l'usine jusqu'à la voie de manutention passant sous la salle. Un appareil, spécialement créé par la compagnie à cet effet, servit à les hisser verticalement au travers de trappes ménagées dans le plancher, puis à les coucher sur les châssis de réglage, qui étaient ensuite levés et disposés à leur emplacement définitif au moyen d'un treuil. M. Sandret, ingénieur de la compagnie, dirigea les opérations avec une grande habileté.

Pour éviter les dépôts de buée sur les glaces, il fallait les maintenir à une température dépassant de quelques degrés la température intérieure de la salle. A cet effet, des tubes à ailettes chauffés par la vapeur sans pression et fournis en location par MM. A. Leroy et Cie furent établis à la partie inférieure des parois, entre le mur de la salle et les contreforts en maçonnerie supportant les châssis.

La lustrerie et l'appareillage électrique donnèrent lieu à des marchés de gré à gré souscrits par MM. A. et G. Martine. Une partie seulement des dépenses incomba à la direction de l'architecture, le surplus étant imputé sur les dépenses générales des installations électriques.

Je ne cite que pour mémoire les papillons et libellules, l'estrade du ballet, les treuils et fils de suspension des danseuses aériennes, les drapeaux et les costumes.

15. Travaux divers. — Il reste à signaler, sans y insister, les travaux suivants :

Canalisation souterraine en béton aggloméré pour l'écoulement des eaux pluviales (M. Coignet, entrepreneur).

IMPRIMERIE NATIONALE.

Dallage en asphalte au rez-de-chaussée (Société des mines de bitume et d'asphalte du Centre).

Balustrades pour les galeries et les trémies du premier étage (M. Maison).

Quincaillerie et petite serrurerie (M. Bonneau).

Protection contre la foudre, réalisée simplement par la jonction parfaite, au moyen de barres métalliques, du soleil central, de l'ossature métallique et de la canalisation d'eau (M. Beau).

Construction d'ateliers provisoires pour les sculpteurs et les mouleurs (M. Lapeyrère).

Maquettes en cire et bois (MM. Alméras et Caravillot).

Fourniture de tapisseries, drapeaux et tentures (M. Belloir).

16. Dépenses. — Les dépenses du palais de l'Électricité et de la salle des Glaces se chiffrent ainsi :

Terrassements et maçonnerie	364,505^{f}	52^{c}
Charpente métallique	2,525,008	36
Charpente en bois	145,226	10
Menuiserie et parquetage	114,403	38
Couverture et plomberie; crête décorative de la façade	218,416	78
Peinture et vitrerie	163,814	39
Statuaire	20,000	00
Sculpture architecturale, staff	95,810	36
Dépenses diverses	187,897	02
TOTAL	3,835,081	91

Ainsi, le prix du mètre carré couvert ressort à 164 fr. 85; celui du mètre carré de plancher, à 103 fr. 02, et celui du mètre cube abrité, à 6 fr. 69.

Dans le chiffre total ci-dessus indiqué, la crête lumineuse entre pour 325,000 francs et la salle hexagonale pour 330,000 francs, non compris l'appareillage électrique.

CHAPITRE XVIII.

SALLE DES FÊTES. — PALAIS DE L'AGRICULTURE ET DES ALIMENTS[1].

Observation préliminaire. — Comme je l'ai précédemment indiqué, le plan d'ensemble arrêté par le Commissariat général pour l'Exposition de 1900 comportait : 1° l'installation d'une salle des Fêtes dans la partie médiane de l'ancien palais des Machines de 1889; 2° l'affectation du surplus de ce palais aux deux groupes de l'agriculture et des aliments. Les travaux nécessaires furent confiés à M. l'architecte G. Raulin.

La création de la salle des Fêtes a présenté une importance tout à fait prépondérante parmi ces travaux. Aussi doit-elle tenir ici la première place.

§ 1er. Salle des Fêtes.

1. Dispositions générales. — La salle proprement dite occupait les cinq travées médianes du grand hall et couvrait ainsi un carré d'environ 115 mètres de côté, ou plus exactement un rectangle de 114m 30 sur 113m 30, dimensions mesurées hors œuvre. Elle avait une surface de 12,950 mètres carrés, sensiblement égale à celle qu'offraient jadis la nef et les galeries de pourtour du palais de l'Industrie (11,200 mètres carrés pour la nef et 1,984 mètres carrés pour les galeries de l'étage).

Chacune des deux travées de 21m 50 contiguës à la salle était affectée à une galerie transversale pourvue d'un étage et se reliant aux galeries de 15 mètres des bas côtés du palais. La salle des Fêtes se trouvait de la sorte enveloppée par un circuit de quatre galeries constituant d'amples déambulatoires au rez-de-chaussée et à l'étage. Jointe

[1] M. G. RAULIN, architecte. (Inspecteur : M. Eichmuller. — Inspecteur de chantier : M. L. Petit. — Sous-inspecteurs : MM. Courcoux, Dumesnil, Lorain. — Vérificateur : M. Chevalet.)

à la superficie de la salle, celle des galeries formait en plan une superficie totale de 22,653 mètres carrés, y compris l'escalier d'avant-corps voisin de l'avenue de La Motte-Picquet. Cumulés, les espaces du rez-de-chaussée et de l'étage atteignaient 32,458 mètres carrés, entre les axes des appuis extérieurs.

Au centre de la salle était un cirque parqueté de 90^{m}79 de diamètre, entre les axes des piliers qui en dessinaient le contour.

Dans les zones intermédiaires séparant le cirque des quatre faces de la salle avaient été édifiés des amphithéâtres à gradins. Ces amphithéâtres, limités contre le cirque par un mur de podium, commençaient à 2 mètres au-dessus du sol et s'élevaient jusqu'au niveau de l'étage [1]. Ils laissaient, d'ailleurs, libres quatre vestibules dirigés suivant l'axe transversal et l'axe longitudinal du palais.

Rien n'empêchait, le cas échéant, de prolonger les amphithéâtres vers l'intérieur du cirque, comme l'a fait, depuis la clôture de l'Exposition, un concessionnaire de la ville. On pouvait aussi garnir la piste de banquettes, en réservant de nombreux et larges passages pour la circulation : cette disposition, appliquée à l'occasion de plusieurs fêtes, portait à 20,000 le nombre des places assises.

Le vestibule établi dans l'axe transversal du palais, vers le Champ de Mars, contenait un escalier d'honneur menant à l'étage. Quant aux trois autres vestibules, ils portaient à la hauteur de l'étage des tribunes avec balcons, susceptibles, au besoin, de recevoir des gradins.

Tels étaient les éléments essentiels de la salle des Fêtes. Après les avoir sommairement énumérés, il y a lieu de consacrer à chacun d'eux quelques indications complémentaires.

Le cirque était recouvert d'une coupole montant à 42^{m}30 de hauteur, chiffre que le profil du palais ne permettait pas de dépasser. Au premier abord, les organisateurs avaient éprouvé des craintes au sujet de la faiblesse du rapport entre cette hauteur et le diamètre de la rotonde ; l'expérience démontra l'inanité de leurs appréhensions : jamais l'harmonie des proportions ne souleva aucune critique.

[1] La hauteur de l'étage de l'ancien palais des Machines de 1889 était de 8 mètres.



Neurdein frères, Phot.

SALLE DES FÊTES

Vue pendant un concours d'horticulture

Seize piliers, dont huit à section très robuste et huit à section plus faible, supportaient la coupole. Ils étaient réunis par seize arcades en plein cintre, pénétrant dans la coupole et prenant naissance à $13^m 80$ du sol. Quatre de ces arcades, correspondant aux vestibules et limitées par les gros piliers, présentaient une largeur de $17^m 50$ dans œuvre; les douze autres, d'un diamètre de $15^m 50$, s'ouvraient, par groupes de trois, sur les quatre amphithéâtres. Huit petites loges avec salon, ménagées dans les gros piliers, abritaient des places réservées.

La coupole, surbaissée en anse de panier, comprenait trois zones engendrées par des courbes différentes : 1° une zone inférieure, qui avait sa naissance, de même que les arcades, à $13^m 80$ du sol et que pénétraient des voussures conoïdes se détachant de ces arcades; 2° une zone intermédiaire, composée elle-même d'une partie pleine de peu d'étendue, avec ajours pour l'échappement de l'air chaud, et d'une partie vitrée beaucoup plus considérable; 3° une zone supérieure complètement vitrée. Cette dernière zone et la partie vitrée de la seconde formaient une grande verrière de 40 mètres de diamètre, éclairant la salle avec ou sans le secours des baies latérales.

Au contact de la rotonde, les amphithéâtres avaient un développement de 58 mètres. Leur profondeur mesurait $17^m 20$. Ils étaient couverts par une voûte annulaire ayant pour génératrice un arc rampant, qui partait, à l'extérieur, de la cote (10.425) au-dessus du sol[1] et arrivait sur les piliers de la rotonde au niveau des naissances de la coupole. Cette dénivellation contribuait à l'élégance de la salle. La voûte, où pénétraient les arcades antérieures, était tronçonnée par les murs droits ou courbes limitant les amphithéâtres.

Vers l'extérieur, les amphithéâtres aboutissaient à quatre grandes niches en cul-de-four demi-circulaire, d'un diamètre de $19^m 30$, dans lesquelles se prolongeaient les gradins. Ces niches avaient leur naissance à $10^m 425$ du sol; elles faisaient pénétration dans les segments de la voûte annulaire. Leur couverture consistait en un quart de sphère et portait, au sommet, une demi-coupole vitrée, de rayon différent. Une distance diagonale de $148^m 25$ séparait les fonds des niches

[1] Cette cote était celle de la naissance des grandes fermes du palais.

opposées[1]. Pour apprécier l'immensité de la salle des Fêtes, il suffit de comparer l'ouverture des niches au diamètre de la salle de l'Opéra qui est de 20 mètres entre les axes des colonnes et à la largeur de la salle de l'Odéon qui ne dépasse pas 19 mètres entre les fonds des loges.

Les vestibules, de forme ovale, avaient 21 mètres environ au grand diamètre et 12m70 au petit. Ils donnaient accès, par des arcades, à la rotonde ou aux galeries de pourtour et, par des portes, aux amphithéâtres. L'architecte les avait plafonnés entre fers.

A l'étage, les trois tribunes présentaient une longueur de 28 mètres, d'un balcon latéral à l'autre, et une profondeur de 13 mètres environ au grand balcon de face. Elles étaient, ainsi que l'escalier d'honneur, recouvertes de berceaux en plein cintre où pénétraient des arcades latérales ouvrant la vue sur les amphithéâtres.

M. Raulin avait courbé les murs latéraux des vestibules et des tribunes, dans le double but de réaliser la souplesse de formes qui convenait au caractère de la salle et de masquer entièrement, pour les spectateurs des amphithéâtres, les fermes de l'ancien palais.

La salle comportait quatre façades extérieures : deux sur le hall, côté La Bourdonnais et côté Suffren; deux sur les faces longitudinales du palais, côté du Champ de Mars et côté de l'École militaire.

A la hauteur des galeries de l'étage, chacune de ces façades s'ouvrait sur les espaces environnants par trois arcades en plein cintre, dont une arcade médiane de 18 mètres de largeur desservant, soit l'escalier d'honneur, soit une des trois tribunes, et deux arcades latérales de 16m70, avec balcon courbe d'une profondeur maximum de 5m80, pénétrant dans les amphithéâtres; les huit balcons ainsi créés ajoutaient à l'ampleur et au mouvement de la composition. Pour les façades parallèles à l'avenue de La Motte-Picquet, les trois arcades avaient le même axe que la travée centrale de 26m40 du palais et les deux travées voisines de 21m50. Des portes situées aux abouts des façades livraient accès, par les grandes niches, à la région supérieure des amphithéâtres; chaque niche se trouvait, de la sorte, reliée à l'extérieur au moyen de deux baies à angle droit.

[1] La distance diagonale entre les pieds des fermes limitant la salle atteignait 158m89.

Au rez-de-chaussée des façades, on voyait les arcades des vestibules ovales, les murs constituant exèdres des grands balcons courbes, les portes des dessous de gradins et celles des vomitoires dont il sera parlé plus loin.

Sur les façades perpendiculaires à l'avenue de La Motte-Picquet, la paroi ne montait pas jusqu'au comble; M. Raulin avait extradossé les arcades de l'étage et silhouetté le couronnement des portes, de manière à moins couper la nef, à montrer le vitrage en son entier et à laisser apparaître partiellement le dessus de la coupole. Les deux autres façades ne se prêtaient pas à la même disposition; mais des jours ménagés dans les croisillons de la charpente métallique, en contre-haut des arcades non extradossées, produisaient un effet, sinon identique, du moins analogue. Au rez-de-chaussée, des ouvertures pratiquées vers le sommet des murs-exèdres et divisées par de petits piliers fournissaient des échappées sur la salle pour les spectateurs du dehors.

Les galeries transversales de 21^{m} 50 n'appellent ici aucune indication spéciale. Elles étaient plafonnées, à rez-de-chaussée, entre poutres et solives. Des volées droites d'escaliers en réduisaient la largeur au droit des arcades de l'étage.

2. Accès de la salle. — L'entrée officielle était, en face de l'École militaire, dans la façade longitudinale du palais, contiguë à l'avenue de La Motte-Picquet. Une large marquise vitrée avait été établie contre la travée centrale d'avant-corps et contre les deux travées de 21^{m} 50 encadrant la précédente. Les anciens aménagements de service sous l'escalier se trouvaient supprimés et de nombreuses portes va-et-vient perçaient au rez-de-chaussée toute la paroi de l'avant-corps.

Cette entrée et le vestibule correspondant menaient au parquet de la rotonde, également accessible par les trois autres vestibules.

Six escaliers principaux réunissaient directement le rez-de-chaussée aux galeries de pourtour de l'étage : 1° un escalier d'honneur dans le vestibule voisin du Champ de Mars; 2° l'ancien escalier d'avant-corps du palais des Machines de 1889; 3° quatre grands emmarchements

droits pris sur la largeur des galeries transversales et partant des halls d'exposition, côté La Bourdonnais et côté Suffren.

Les tribunes d'axe et les balcons latéraux de l'étage s'ouvraient de toute leur largeur sur les galeries enveloppant la salle; des portes spéciales desservaient les loges réservées.

Du parquet de la rotonde, le public arrivait aux amphithéâtres : 1° par huit escaliers prenant naissance dans les vestibules ovales; 2° par quatre perrons placés au milieu des murs du podium. Les huit portes des niches lui permettaient d'y accéder de l'étage. Dans chaque niche, une troisième porte devait correspondre à un ascenseur; mais les installations mécaniques prévues à l'origine n'ont pas été exécutées.

Au rez-de-chaussée, les dessous des gradins étaient pourvus de vingt-quatre portes; à l'étage, d'autres portes donnaient accès aux dépôts de matériel aménagés dans les espaces disponibles.

Pour mieux assurer l'évacuation de la foule après les cérémonies ou les fêtes, l'architecte avait disposé sous les amphithéâtres huit vomitoires partant de la piste et débouchant sous les exèdres des galeries extérieures. Ces vomitoires présentaient une longueur de 12 mètres et une largeur de 3^{m}30.

D'après les règlements de la Préfecture de police, la largeur normale des issues dans les établissements de spectacle doit être de 0^{m}60 par cent personnes. Cette proportion a été notablement dépassée. Le jour de la cérémonie d'inauguration, bien que les invités s'attardassent afin d'examiner les détails de l'architecture et de la décoration, la salle se vida complètement en moins de vingt minutes. Dans la suite, l'écoulement des spectateurs fut encore beaucoup plus rapide.

3. Système adopté pour la structure de la salle. — Au cours de ses premières études sur la structure de la salle des Fêtes, l'architecte avait dû nécessairement envisager l'hypothèse de l'emploi du ciment armé. Ce mode de construction n'était pas sans attrait. Mais il fut bientôt définitivement écarté, pour divers motifs dont le plus péremptoire résultait de l'impuissance reconnue des spécialistes à satisfaire au programme. Le ciment armé ne reçut en conséquence que des applications secondaires.

Il ne restait, dès lors, d'autre parti que celui d'une ossature métallique.

Cette ossature demeurerait-elle entièrement apparente? N'accuserait-elle, au contraire, que ses principaux éléments? Deux raisons principales condamnaient la première solution : la salle, eu égard à son ampleur, se serait mal accommodée de la maigreur et de la sécheresse des lignes, inévitables avec les charpentes de fer ou d'acier qui ne laissent le champ libre qu'à une ornementation mesquine; d'autre part, la facilité, l'économie et la stabilité de la construction imposaient la mise en œuvre de nombreuses pièces rectilignes, alors que le caractère de la salle et les convenances de la décoration exigeaient des formes courbes. L'Administration s'arrêta donc, sans hésiter, au système d'un large habillage, fait surtout de plâtre et de staff.

D'autres matériaux, notamment le bois et le verre, furent également utilisés. Je n'y insiste pas ici, me réservant d'en parler plus loin.

4. Fondations. — L'ossature métallique de la salle des Fêtes et de ses dépendances reposait sur 202 massifs en béton de ciment, avec parties supérieures en maçonnerie de meulière et mortier de ciment. Sous les gros piliers de la salle, ces massifs mesuraient 7 mètres de longueur et 6 mètres de largeur; ailleurs, leurs dimensions en plan variaient sans descendre au-dessous de 1^{m}20 de diamètre. La profondeur des fouilles et puits allait jusqu'à 7^{m}60 en contre-bas du sol.

Exceptionnellement, la mauvaise qualité du terrain vers l'École militaire exigea des pilotis. L'essence prévue par le marché était le sapin; parfois l'entrepreneur eut recours au chêne, mais uniquement pour ses convenances personnelles; aucune allocation supplémentaire ne lui fut attribuée de ce chef.

Les murs de podium limitant le cirque étrésillonnaient les points d'appui de la rotonde. Ils étaient en ciment armé, présentaient une hauteur vue de 2 mètres et avaient leur base à 0^{m}30 sous le sol. A l'emplacement des trémies de ventilation, le hourdis disparaissait pour ne laisser subsister que les seules armatures.

A l'aplomb des autres murs, les massifs ou piles se trouvaient reliés par des poutres en béton armé du système Hennebique, qui recevaient

les constructions supérieures. La résistance du terrain avait été évaluée à 1 kilogramme par centimètre carré dans les parties autrefois remblayées et à 3 kilogrammes dans les parties vierges.

Les nombreux et importants mouvements de terre antérieurement exécutés au Champ de Mars, ainsi que l'existence d'anciennes fondations de machines abandonnées après l'exposition de 1889, ont donné lieu à d'assez sérieuses difficultés lors du creusement des fouilles.

MM. Grouselle et Cie s'étaient rendus adjudicataires des terrassements et fondations.

5. Ossature métallique de la salle. — 1. ***Observation générale.*** — Bien que la charpente de la salle des Fêtes dût être indépendante de celle du palais des Machines, une certaine harmonie et une certaine concordance entre les deux ossatures s'imposaient absolument. A ce point de vue, la composition et la construction n'allèrent pas sans quelques difficultés.

Tout d'abord, la largeur du vaisseau (114m 30) et la longueur, d'axe en axe des fermes, de l'espace couvert par les cinq travées médianes (112m 40) présentaient une différence de 1m 90. Il fallut corriger cet écart en faisant saillir de 0m 95 chacune des façades transversales, afin de tracer la composition sur un plan parfaitement carré.

D'autre part, l'inégalité de largeur pour la travée centrale et pour les travées latérales (26m 40 et 21m 50) constituait un élément de complication, par la diversité qu'elle entraînait dans les dimensions d'un grand nombre de pièces, dans leur calcul et dans leur usinage. Obligé de subir les inconvénients de la situation, M. Raulin sut du moins en tirer parti au point de vue de la décoration : il accusa, au moyen de baies plus vastes, les entrées des façades parallèles à l'avenue de La Motte-Picquet et, par symétrie, celles des façades transversales; du même coup, il évita la monotonie qui aurait pu naître d'une division trop régulière du périmètre de la rotonde.

Enfin, une dernière difficulté provenait d'inévitables irrégularités dans le montage des énormes organes de 1889.

Grâce au talent de l'architecte, tous ces obstacles furent heureuse-

ment surmontés. Une revue sommaire des différentes parties de l'ossature en fournira la preuve. C'est cette revue que je vais entreprendre.

2. *Rotonde.* — Pour l'étude de la charpente, le plan de la rotonde, à sa base, fut divisé en seize secteurs : quatre secteurs de 30 degrés, correspondant aux vestibules et aux tribunes supérieures ou à l'escalier d'honneur; douze secteurs de 20 degrés, correspondant par groupes de trois aux quatre amphithéâtres.

Chacun des secteurs de 30 degrés était délimité par deux couples de demi-fermes montées sur pieds-droits, formant potence et convergeant vers le centre. Deux demi-fermes analogues, mais simples, séparaient les secteurs de 20 degrés.

Les demi-fermes reposaient par leurs pieds-droits sur des sommiers en fonte d'une hauteur de $0^m 40$ et s'y fixaient à l'aide de boulons traversant le massif de fondation de 1 mètre d'épaisseur en meulière et ciment avec grillage inférieur de fers à double T. Des tuyaux en fonte livraient passage aux boulons et laissaient le jeu nécessaire au réglage; une fois la position des sommiers définitivement arrêtée, du ciment était coulé sous ces pièces et dans les tuyaux. Au droit des demi-fermes jumelées, les sommiers mesuraient en plan $1^m 51 \times 2^m 64$ et débordaient à peine les piliers; au droit des demi-fermes simples, ils avaient $1^m 75 \times 1^m 75$, dépassaient notablement l'embase des pieds-droits de manière à mieux répartir les charges et recevaient, non seulement les boulons d'ancrage, mais aussi des équerres d'assemblage fixées aux ailettes principales des piliers.

Toutes les demi-fermes comprenaient : 1° une partie inférieure verticale, constituant pied-droit; 2° une partie supérieure courbe formant potence.

De part et d'autre des vestibules, les demi-fermes jumelées étaient espacées de $2^m 25$ d'axe en axe. Les piliers, à treillis en X[1], présentaient une largeur égale à cet espacement et une épaisseur normale de $1^m 50$; ils montaient à $24^m 40$ au-dessus du sol et offraient, à ce

[1] Le treillis s'interrompait au droit des loges réservées.

niveau, une surépaisseur de 1^{m}80, pour recevoir une ceinture de liaison. Sur ces piliers, se greffaient : 1° à 13^{m}80 du sol, la membrure d'intrados de la potence, tracée suivant une anse de panier à deux rayons de 15^{m}51 et 48^{m}61 ; 2° à 24^{m}40 du sol, la membrure d'extrados, en arc de cercle d'un rayon de 65^{m}59. Des treillis à X reliaient les deux membrures.

Aux points de séparation des secteurs de 20 degrés, les pieds-droits affectaient la forme de colonnes octogonales à ailettes d'une largeur de 0^{m}76 dans la région inférieure et de 0^{m}60 à la naissance des arcs d'intrados. Ces colonnes se composaient des éléments que voici : une âme en plat de 0^{m}01, d'une seule pièce; une âme semblable en deux pièces, perpendiculaire à la précédente et s'y rattachant au moyen de cornières; dans chacun des angles droits dessinés par les âmes, deux ⊔ à branches ouvertes, qui pinçaient entre eux un plat d'une hauteur de 0^{m}18 à 0^{m}10 et dont les bases courbes enveloppaient un cylindre de 0^{m}45 de diamètre. Elles avaient des socles, des bases, des bagues, des astragales, des chapiteaux et des tailloirs en fonte; leurs huit cannelures étaient garnies de grès flammé. Les appuis ainsi constitués pouvaient paraître relativement grêles et, au premier abord, inspirer quelques craintes en ce qui concernait leur résistance à la poussée des fermes; mais des piliers volumineux eussent coupé les vues des spectateurs placés dans les amphithéâtres, et, d'ailleurs, la stabilité se trouvait garantie tant par des arcades que par la ceinture de liaison. A la hauteur de cette ceinture, les pieds-droits présentaient, comme ceux des demi-fermes jumelées, une épaisseur de 3^{m}30. Les dispositions des potences et les niveaux du départ de leurs membrures étaient les mêmes que pour les couples de demi-fermes limitant les vestibules.

Les demi-fermes jumelées et les demi-fermes simples avaient leurs membrures courbes réunies par des treillis et ne différaient que par la force de leurs éléments. Elles comportaient une saillie de 16^{m}84 sur l'axe des pieds-droits. Une ceinture intermédiaire en réunissait les extrémités.

Des deux ceintures précédemment citées, la plus basse consistait



Phot. E. Goffard

SALLE DES FÊTES

Ossature métallique

inférieures par onze cours de pannes rectilignes ou courbes à double T ou à cornières (dans la partie hourdée, cinq cours rectilignes, dont quatre à double T et un à cornières; dans la partie vitrée, six cours circulaires à double T). Des fers placés entre les pannes de la partie pleine supportaient le hourdis.

Afin de prévenir le flambement, l'architecte avait entretoisé par des croix de Saint-André : 1° les membrures supérieures des demi-fermes, de trois en trois travées; 2° les deux cours médians de pannes.

Sur la troisième ceinture étaient fixés des fers à vitrage en T, prolongeant les demi-fermes de la seconde zone.

Ces fers se réunissaient à une dernière ceinture circulaire, d'un diamètre de 1^{m}60 et d'une hauteur de 0^{m}15.

Des arcs-doubleaux demi-circulaires à treillis, courbés en plan suivant le périmètre de la rotonde, se développaient entre les appuis et formaient les seize arcades de la salle. Leur hauteur et la largeur de leurs semelles étaient respectivement : de 0^{m}90 et 0^{m}40, au droit des vestibules; de 0^{m}75 et 0^{m}25, au droit des amphithéâtres. Une série de petites poutrelles verticales ou inclinées rattachait leur extrados à la membrure extérieure de la ceinture basse.

Les voussures de pénétration dans la rotonde étaient constituées, pour chaque arcade, par neuf armatures à double T, d'une hauteur de 0^{m}10 à 0^{m}12, coudées et contre-coudées. Ces armatures épousaient les gabarits architecturaux et s'assemblaient à la ceinture inférieure, aux premiers cours de pannes et, dans l'intervalle, aux demi-fermes; sous la poutre-soutien, l'architecte les avait réunies par un arceau qui se liait lui-même à cette poutre au moyen de treillis. Deux plats, assemblés en cornière d'angle variable, déterminaient les arêtes des courbes de pénétration.

J'ai déjà mentionné les petits fers destinés à l'accrochage des parois pleines.

Ces fers à profil de cornière, d'⊔ et surtout de Z, fixés aux

différents organes de l'ossature métallique, recevaient les bois nécessaires aux surfaces en plâtre. Ils étaient espacés de 0m 60 à 0m 80. On les retrouvait dans les autres parties de la salle.

3. *Voûtes annulaires des amphithéâtres.* — Les voûtes annulaires rampantes, qui couvraient les amphithéâtres, prenaient naissance, du côté de la rotonde, à 13m 80 au-dessus du sol et, du côté de l'extérieur, à la cote (10.425). Mesuré à l'intrados, leur relief maximum par rapport au sol était de 22m 20.

Pour chaque amphithéâtre, leur charpente comportait quatre fermes à cinq centres, en treillis à X, prolongeant celles de la rotonde et reposant : d'une part, sur les piliers de cette rotonde; d'autre part, sur des pieds-droits à treillis ancrés par de forts boulons dans les massifs de fondation. Ces fermes extradossées avaient des semelles de 0m 25. Elles présentaient une hauteur normale de 1m 50; toutefois, la nécessité de ne point rencontrer les grandes fermes du palais entraînait des variations dans le profil de leur extrados; quatre d'entre elles avaient dû subir une réduction de hauteur et recevoir une âme partiellement pleine.

Trois cours de pannes rectilignes reliaient les fermes et portaient, dans chaque travée, trois cours de poutrelles convergeant en projection horizontale vers le centre de la salle. Des poutrelles d'épaulement rattachaient le sommet des fermes à l'ossature de la rotonde, un peu au-dessous de la ceinture basse; du côté opposé, les fermes s'assemblaient dans la charpente des niches et des façades.

Les voussures de pénétration des arcades de la rotonde dans les voûtes annulaires offraient des dispositions analogues à celles des voussures antérieurement décrites.

4. *Niches.* — Les amphithéâtres étaient limités par un mur courbe de 62m 775 de rayon, concentrique à la rotonde et interrompu à sa rencontre avec les façades extérieures de la salle. C'est dans ce mur que s'ouvraient les niches en cul-de-four de 19m 30 de diamètre.

A l'entrée de chaque niche se développait, suivant la courbe du

mur, un arc-doubleau en caisson à treillis de 1^{m} 50 de côté supporté par deux pieds-droits de structure et de section identiques.

De l'arc-doubleau partait une voussure de pénétration dans la voûte annulaire; cette voussure était analogue à celle des arcs-doubleaux de la rotonde.

La charpente de la niche comprenait douze demi-fermes simples en treillis à N, d'un rayon intérieur de 9^{m} 70 et d'une hauteur de 0^{m} 60 à la base, prolongées par de courts pieds-droits, qui s'assemblaient, au niveau du plancher de l'étage, sur une demi-ceinture en caisson à X, large de 0^{m} 60 et haute de 0^{m} 45. A leur sommet, les douze demi-fermes se réunissaient sur une seconde demi-ceinture tubulaire, d'un rayon intérieur de 3^{m} 56, d'une largeur de 0^{m} 20 et d'une hauteur de 0^{m} 52. Elles étaient, d'ailleurs, reliées par six cours de pannes droites à treillis et entretoisées par des fers diagonaux dans six travées. Entre les piliers de l'arc-doubleau, la ceinture inférieure avait pour supports quatre poteaux boulonnés dans les fondations et composés d'une âme, de cornières, ainsi que d'une nervure centrale; ces appuis étaient munis de potences soutenant les fermes voisines de celles qu'ils ne portaient pas directement.

A partir de la ceinture supérieure, la niche se complétait par une demi-calotte vitrée de rayon plus faible, dont la carcasse comprenait quinze demi-fermes rayonnantes et équidistantes, aboutissant au cercle d'une petite calotte de couronnement et pourvues d'un cercle-entretoise vers la base.

L'ossature des niches se rattachait aux façades et au plancher des galeries de pourtour, notamment par des poutres à treillis d'une largeur de 0^{m} 20 et d'une hauteur de 0^{m} 40.

5. *Tribunes d'axe et couverture de l'escalier d'honneur.* — Les tribunes d'axe et l'escalier d'honneur étaient couverts de voûtes en berceau, dont l'ossature consistait principalement en pannes allant des grandes arcades de la rotonde à celles des façades de la salle. Ces pannes offraient des tracés divers. Elles se trouvaient entretoisées par des arceaux en ⊔ suivant la courbure du berceau.

Quant aux vestibules du rez-de-chaussée, leurs plafonds se compo-

saient de simples poutrages dont je parlerai en même temps que des autres planchers.

6. *Façades.* — Les éléments principaux de l'ossature des façades étaient, pour chacune d'elles, des piliers-caissons à treillis en X scellés dans les massifs de fondation et trois arcades extradossées reposant sur ces piliers. Des trois arcades, celle du milieu présentait une ouverture de 18 mètres et une hauteur de 21^{m}325 au-dessus du sol, à l'intrados; les deux autres avaient une ouverture de 16^{m}70 et une hauteur de 18^{m}875. La section des piliers, comme celle des arcs, mesurait généralement 1^{m}50 dans le sens de la façade et 1^{m}65 dans le sens perpendiculaire; toutefois, sur les façades parallèles à l'axe du Champ de Mars, la largeur de 1^{m}50 se trouvait réduite à 0^{m}70, pour les quatre piliers des trumeaux médians, afin de permettre l'établissement de portes d'accès aux petites loges.

A l'extrados, les trois arcades de chaque façade avaient été réunies au moyen de poutres simples d'une hauteur de 0^{m}70. Ces poutres à tronçons rectilignes reposaient sur des caissons verticaux de 0^{m}70 de côté, portés eux-mêmes par d'autres poutres qui reliaient les arcs au niveau des naissances dans les trumeaux médians. Deux aisseliers en poutres simples d'une hauteur de 0^{m}50, disposés dans les tympans, rattachaient les divers organes et assuraient l'homogénéité du système. Sauf quelques exceptions, toutes ces pièces étaient à treillis en N.

Une liaison existait entre les façades et les voûtes annulaires, par les fermes, pannes ou poutrelles de ces voûtes.

7. *Galeries transversales extérieures; planchers; travaux divers.* — Les planchers d'étage des galeries transversales extérieures étaient portés par quatre files de colonnes en fonte, perpendiculaires au grand axe de la nef : deux files médianes continues, dont l'alignement correspondait à deux poutres transversales des galeries longitudinales; une file située dans le plan de la façade et ne régnant qu'au droit des baies; une file placée à la limite extérieure de la galerie et interrompue par les escaliers. Dans le sens de la largeur du palais, l'espacement des colonnes avait été fixé normalement à 7^{m}166 et excep-

tionnellement à 12ᵐ038 au droit de la baie centrale; les files de colonnes extrêmes se trouvaient à 7 mètres des files médianes et celles-ci à 7ᵐ50 l'une de l'autre. Sur les colonnes couraient des poutres longitudinales et transversales; dans le poutrage ainsi constitué s'intercalaient, à raison d'une par entre-colonnement ordinaire et de deux pour l'entre-colonnement central, d'autres poutres parallèles au grand axe de la nef et présentant un équarrissage supérieur à celui des pièces voisines de même direction. Par-dessus, venaient les solives d'une hauteur de 0ᵐ14 à 0ᵐ16, distantes de 0ᵐ70 à 0ᵐ75.

Il avait fallu rescinder au niveau du plancher la partie supérieure des poutres garde-corps qui limitaient vers la nef les galeries longitudinales d'étage du palais, dans les sept travées prises pour la salle des Fêtes et pour ses deux galeries transversales extérieures. Ces poutres, n'offrant plus la résistance nécessaire, durent être soutenues, dans chaque travée, par deux colonnes disposées entre les fermes, à l'aplomb de poutres transversales préexistantes. Parmi les colonnes établies de la sorte sous les galeries d'étage des bas côtés, celles des travées extrêmes terminaient les files médianes d'appuis des galeries transversales.

Les tribunes d'axe, les loges réservées et leurs dégagements, les balcons sur amphithéâtres, les niches, etc., comportaient des planchers métalliques, dont la plupart reposaient sur des colonnes engagées dans des pans de bois. Ces planchers ne présentaient pas de dispositions particulièrement intéressantes : je me borne à indiquer que ceux des tribunes d'axe avaient été combinés en vue de la décoration supérieure des vestibules.

Tous les appuis verticaux qui viennent d'être mentionnés auraient pu être faits en acier ou en fer. Le choix de la fonte était uniquement inspiré par le désir d'alléger la tâche de l'adjudicataire général.

A l'entreprise de l'ossature métallique se joignaient divers ouvrages accessoires, tels qu'armatures de balustrades en staff, garde-corps sur la coupole et le long des chemins d'électriciens, etc.

8. *Méthodes de calcul.* — Quelques éléments de l'ossature métallique ont nécessité des calculs assez délicats : telles les demi-fermes à

la base de la rotonde, la première et la deuxième ceinture, les voûtes annulaires des amphithéâtres.

Les demi-fermes de la rotonde devaient être scellées au sol et maintenues par les deux premières ceintures. Pour leur calcul, le service du contrôle fit abstraction de l'encastrement au pied, admit que les ceintures n'opposaient aucune résistance à la torsion et considéra comme négligeables les variations du diamètre de ces derniers organes.

Bien que formée d'éléments rectilignes, la ceinture polygonale inférieure subissait des efforts de flexion, par suite de la distribution irrégulière des pressions lui venant des demi-fermes. Les ingénieurs en tinrent compte dans le calcul des dimensions de cette ceinture.

La situation était la même pour la deuxième ceinture, dont la forme circulaire aggravait les effets de flexion.

Quant aux fermes des voûtes annulaires, s'appuyant d'un côté sur le sol et de l'autre sur la rotonde, elles furent calculées comme des arcs ayant leurs retombées à des niveaux différents.

9. *Exécution des travaux; montage.* — A la suite d'une adjudication infructueuse, l'ossature métallique de la salle des Fêtes fit l'objet d'un marché de gré à gré avec la société Vénot et Cie, marché revêtu de l'approbation ministérielle le 4 juin 1898.

Vers le milieu de 1899, l'Administration éprouvant quelques craintes au sujet de l'achèvement des travaux dans le délai voulu et l'adjudicataire reconnaissant lui-même la nécessité absolue de s'assurer des concours, MM. Leclaire et Schmid furent, d'un commun accord, chargés de l'usinage pour une partie de la charpente; la société Vénot conservait intégralement la fourniture des matières et la mise en place. La collaboration de M. Leclaire s'appliqua aux voûtes annulaires et aux niches des amphithéâtres, aux voûtes des tribunes et aux façades parallèles à l'avenue de La Motte-Picquet; celle de M. Schmid, aux façades parallèles au grand axe du Champ de Mars.

Toute l'ossature fut établie en acier.

Le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télé-

graphes avait pris l'engagement de mettre, en 1898 et 1899, l'ancien palais des Machines à la disposition du concours agricole, du concours hippique et des salons. Il en résulta d'énormes difficultés, ainsi que des pertes de temps et des dépenses considérables, dans la construction de la salle des Fêtes. L'une des conséquences de la décision prise par le Gouvernement fut d'interdire l'emploi d'échafaudages pour la mise en place de l'ossature métallique : car, à moins d'être enlevés pendant une partie de l'année 1899 et rétablis ensuite, c'est-à-dire à moins de subir deux opérations pratiquement irréalisables, ces échafaudages eussent encombré la partie médiane de la nef, indispensable au concours hippique et aux salons d'œuvres d'art. Ainsi empêché de recourir aux procédés ordinaires, le Commissariat général dut effectuer le levage à l'aide d'apparaux suspendus aux fermes et aux pannes de la grande nef, en limitant par prudence les charges à 10,000 kilogrammes. Une machine à vapeur servait à la manœuvre des apparaux.

Commencé en décembre 1898, le montage de la rotonde comprit quatre phases successives.

Pendant la première période, le constructeur mit en place et régla minutieusement les sommiers, leva les pieds-droits, monta et boulonna provisoirement sur les piliers la ceinture inférieure et la poutre-soutien, enfin hissa quelques-uns des premiers tronçons d'arbalétriers.

Déjà entravés par le concours agricole et surtout par le concours hippique, les travaux furent complètement interrompus par les salons, du 19 avril 1899 au commencement d'août. Cette interruption de quatre mois exigea ensuite des efforts inouïs.

Les opérations de la deuxième phase eurent pour objet l'achèvement du montage des premiers tronçons d'arbalétriers, la pose du premier cours de pannes, celle des arcs-doubleaux et des fermettes ou armatures de voussures, ainsi que le rivetage de la ceinture inférieure et de la poutre-soutien.

Durant la troisième période, le constructeur monta le surplus des arbalétriers jusqu'à la seconde ceinture, cette ceinture elle-même, les cours de pannes intermédiaires et les poutrelles correspondantes.

Tant que la deuxième ceinture n'était pas rivée, l'ossature de la rotonde restait suspendue aux fermes et aux pannes du palais par des câbles d'acier de 18 millimètres. Il importait d'obtenir une répartition aussi uniforme que possible de la charge entre les points d'attache et, dès lors, de pouvoir régler les tensions respectives des différents câbles. A cet effet, M. l'ingénieur en chef Résal conseilla et la société Vénot appliqua le dispositif suivant : les appareils de suspension se composaient de deux câbles saisissant, l'un l'organe porteur, l'autre l'organe supporté, et s'enroulant chacun sur une poulie ; un tendeur à vis réunissait les deux poulies, et un dynamomètre à rondelles Belleville, avec aiguille indicatrice, donnait la valeur de la charge; suivant les indications des dynamomètres, le constructeur modifiait la tension des câbles au moyen des tendeurs. Aucun accident ne se produisit; les manœuvres présentèrent la sûreté et la précision désirables.

Après le rivetage complet de la deuxième ceinture, les extrémités des fermes se relevèrent légèrement. Le constructeur donna, en outre, du jeu aux amarres par un délardement graduel et symétrique des tasseaux en bois interposés entre les câbles et les organes de support, puis par le desserrage prudent des tendeurs. Toute la partie inférieure de l'ossature prit sans heurt son équilibre et les suspensions furent supprimées.

Le montage des éléments supérieurs de la rotonde constitua la quatrième et dernière phase.

Pour le surplus de la salle, la pose n'offrit d'autres difficultés que celles qui résultaient, en beaucoup de points, de la complication des formes et de la délicatesse des membrures ou treillis.

Les fers destinés à recevoir les menues charpentes des parois étaient placés, au fur et à mesure des besoins, à l'aide des échafaudages de ravalement et de staffage.

Entrepris le 19 février 1899, après le réglage des sommiers, le levage de la charpente métallique fut terminé, sauf quelques détails, le 9 février 1900.

10. *Statistique des poids.* — Voici récapitulés les poids totaux, les

poids par mètre carré et les poids par mètre cube des différentes parties de la construction :

DÉSIGNATION DES PARTIES DE LA CONSTRUCTION.	POIDS.	SURFACE COUVERTE.	POIDS par MÈTRE CARRÉ COUVERT.	VOLUME ABRITÉ.	POIDS par MÈTRE CUBE ABRITÉ.
	kilogr.	m. q.	kilogr.	m. c.	kilogr.
Rotonde	1,107,700	6,500	170 4	195,000	5 7
Tribunes d'axe, vestibule de l'escalier d'honneur, voûtes annulaires	114,050	5,000	22 8	116,000	1 0
Niches	94,000	800	117 5	13,000	7 2
Façades	100,700	400	251 8	8,000	12 6
Galeries transversales extérieures, planchers.	605,000	4,100	147 6	"	"
Ensemble de la salle des Fêtes, non compris les galeries extérieures	1,416,450	12,700	111 5	332,000	4 3

6. Escaliers, balustrades et rampes métalliques. — 1. *Escalier d'honneur.* — L'escalier d'honneur tenait une place importante dans la composition et dans l'aspect d'ensemble de la salle des Fêtes. Il était situé dans le vestibule ovale voisin du palais de l'Électricité et, par suite, faisait face à l'entrée principale.

Un grand emmarchement droit, ayant plus de 10 mètres de longueur et complètement en saillie sur la salle, menait du parquet de la rotonde à un palier intermédiaire contenu dans l'ovale dont il suivait le périmètre. Ce palier principal recevait également deux escaliers courbes latéraux, partant de la galerie postérieure du rez-de-chaussée, épousant les courbes d'about de l'ovale, comportant chacun un palier de repos sur le grand diamètre du vestibule et aboutissant assez loin de l'axe pour que leurs rampes inclinées ne pussent être aperçues de la rotonde; les espaces libres entre les points d'aboutissement et le grand escalier formaient balcons.

Du palier principal se détachait un second emmarchement droit, qui continuait le premier, franchissait le vide entre les deux volées courbes des escaliers secondaires, arrivait à 5 mètres de la poutre de rive limitant la galerie d'étage et s'y trouvait encadré par deux balcons courbes analogues à ceux des amphithéâtres.

Les distances du premier emmarchement droit aux flancs du vestibule et l'écartement des départs d'escaliers courbes suffisaient à offrir

d'amples dégagements de plain-pied entre le sol de la rotonde et le rez-de-chaussée de la galerie extérieure.

Quelques chiffres permettront d'apprécier la majestueuse étendue de l'escalier d'honneur :

Diamètre de l'ovale, perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars : 20^{m}20;
Largeur du premier emmarchement droit, à son origine : 15^{m}20;
Largeur de cet emmarchement entre limons, au départ des rampes : 10^{m}60;
Largeur du même emmarchement entre limons, à l'arrivée : 8^{m}25;
Largeur du palier intermédiaire principal : 3^{m}85;
Dimensions du jour ovale entre les escaliers courbes latéraux : 14^{m}20 sur 6^{m}70;
Largeur du second emmarchement droit entre limons : 7^{m}80;
Nombre total de marches des deux emmarchements droits : 53;
Largeur des escaliers courbes entre limons : 4^{m}92 à 2^{m}75;
Nombre de marches pour chacun de ces escaliers : 30.

Sauf les quatre premières marches en pierre du grand escalier et les trois premières marches en ciment armé de chacun des escaliers courbes latéraux, toute l'ossature était en acier. Elle comprenait : des limons d'une hauteur de 0^{m}45 avec deux cornières basses et une cornière haute; deux crémaillères intermédiaires pour les emmarchements droits et une pour les volées courbes; des tasseaux en cornière supportant les marches en chêne; des contre-marches en tôle; des poutres, des poutrelles et des solives de 0^{m}12, espacées de 0^{m}65, aux paliers; dix-huit colonnes de support en fonte, dont quatre simples engagées dans les pans de bois de la cage et quatorze ornées, de hauteurs diverses, fondues sur six modèles. Deux de celles-ci, distantes de 11^{m}98 d'axe en axe, soutenaient la poutre de rive d'étage en même temps qu'elles servaient aux départs des évolutions courbes.

Toutes les marches avaient 0^{m}15 de hauteur et 0^{m}30 de giron, non compris le nez.

La balustrade-rampe de l'escalier d'honneur et de ses paliers se composait de fers forgés en ⊔, de cornières et de plats, contournés et réunis entre eux par de petites pattes en fer forgé. Des rosaces en terre cuite avaient été ajustées sur les panneaux courants. Au départ existaient des bornes en fonte. La main courante était en acajou.

Presque tout le gros œuvre de l'escalier d'honneur a été adjugé à la

société «Les Charpentiers de Paris». M. Maison s'est chargé de la balustrade-rampe.

2. *Escaliers des galeries transversales extérieures.* — A chacune des galeries transversales extérieures étaient accolés deux escaliers droits à palier intermédiaire, conduisant du rez-de-chaussée de la nef à l'étage et pris sur la largeur de ces galeries.

Leurs départs, distants de 25 mètres environ, dégageaient largement l'entrée de la salle des Fêtes. Ils mesuraient plus de 22 mètres de longueur, présentaient une largeur de $6^{m}63$ entre les limons, comptaient 52 marches et avaient leur palier dans l'axe d'une des arcades latérales de la façade.

A l'exception des quatre premières marches en ciment armé, l'ossature était en acier. Elle comprenait : deux limons d'une hauteur de $0^{m}50$, avec deux cornières basses et une cornière haute; deux crémaillères intermédiaires; des tasseaux en cornière supportant les marches en chêne; des contre-marches en tôle; des poutres longitudinales et transversales, ainsi que des solives à double T, aux paliers; six colonnes de support en fonte, faisant suite aux files d'appui du plancher d'étage de la galerie.

Les balustrades et rampes se composaient de cornières et de fers plats, contournés suivant un dessin autre que celui de l'escalier d'honneur; des enroulements de tôle et des culots de fonte boulonnés rattachaient les montants principaux aux âmes des limons. Au milieu des grandes divisions étaient accrochés des cartouches en tôle. Les mains courantes avaient été exécutées en pitch-pin.

MM. Leperche frères s'étaient rendus adjudicataires des travaux, à l'exception des balustrades-rampes établies par M. Maison.

3. *Balustrades et rampes métalliques.* — Les balustrades-rampes de l'escalier d'honneur et des quatre escaliers droits accolés aux galeries transversales extérieures ont été précédemment décrites. Il ne me reste qu'à dire quelques mots des balustrades placées au-dessus du mur de podium et le long des deux galeries transversales d'étage.

Construite par M. Maison, d'après les dessins de l'architecte, la

balustrade du podium et des perrons traversant le mur était en fonte. Elle comprenait des pilastres carrés, des panneaux et compartiments à rinceaux avec rosaces, des amortissements, des bornes d'arrêt, des cartouches en tôle, et portait une main courante en acajou.

Les balustrades des galeries transversales extérieures, faisant suite aux rampes des escaliers droits, étaient du même modèle et avaient été établies, comme ces dernières, par M. Maison.

7. Charpente en bois; métal déployé; légers ouvrages en plâtre. Échafaudages. — Ces travaux sont ceux qui ont suscité le plus d'embarras, d'appréhensions et même d'angoisses, par suite de la situation où le maintien du concours hippique et des salons dans l'ancien palais des Machines pendant l'année 1899 avait mis le Commissariat général et les entrepreneurs. Normalement, huit mois eussent été nécessaires pour l'habillage du squelette métallique de la salle des Fêtes. En fait, la première poignée de plâtre ne put être jetée que le 6 janvier 1900, il fut impossible de terminer complètement l'ossature avant le mois de février, et l'Exposition devait ouvrir le 15 avril!

La grosse charpente comprenait : les huit pylônes des façades parallèles au grand axe du Champ de Mars; les pans de bois des quatre façades; ceux des amphithéâtres, des niches, des vestibules, des tribunes, des petites loges, etc. Tous les pans de bois étaient en sapin, avec peu de décharges et sans tournisses; ils ne comportaient pas de hourdis.

A la grosse charpente se joignaient, sous la dénomination de petite charpente ou de grosse menuiserie, les innombrables pièces secondaires de bois, telles que chevalets et fourrures, accrochées aux éléments métalliques pour dessiner les masses architecturales.

Sur la grosse et sur la petite charpente étaient clouées des feuilles de métal déployé. Ce métal, dont j'ai déjà indiqué la nature et relaté de nombreuses applications, épousait facilement, grâce à sa souplesse, les formes courbes les plus compliquées et se prêtait aisément aux reliefs des moulures; il offrait néanmoins assez de rigidité pour permettre la simplification des garnissages en bois et la suppression des hourdis usuels, d'un poids considérable et d'un séchage pénible.

Les légers ouvrages de plâtre, reçus par le métal déployé, consistaient en enduits, plans ou courbes, et en moulures traînées au calibre.

M. Lapeyrère avait soumissionné les travaux après une adjudication infructueuse. De son entreprise dépendaient également les échafaudages, dont je dois dire maintenant quelques mots.

Par suite de l'affectation du palais au concours agricole, au concours hippique et aux salons jusqu'en juillet 1899, le montage de l'ossature métallique avait dû s'effectuer sans échafaudages. Opérer de même pour l'habillage eût été chose irréalisable : l'installation d'un échafaudage montant de fond dans la rotonde s'imposait absolument.

Cet échafaudage comportait 36 fermes et 7 planchers, et nécessitait la mise en œuvre d'un cube de 1,025 stères. Il fut établi ferme par ferme, à mesure que devenait libre le sol servant de chantier pour les ouvrages métalliques. Commencée en novembre 1899, sa construction ne prit fin qu'en février 1900.

L'abatage eut lieu dans la seconde huitaine d'avril. Ce fut une période d'extrême anxiété, une véritable veillée d'armes. Peu de jours avant le 14 avril, date assignée à la cérémonie officielle d'inauguration, la salle des Fêtes était encore encombrée d'immenses charpentes. Il fallait enlever ces charpentes, parqueter la salle, l'approprier, faire les aménagements nécessaires à la cérémonie, etc. Malgré leur foi robuste dans l'Administration, la plupart des visiteurs regardaient la situation comme désespérée. Elle l'était presque, et pourtant tout fut prêt à l'heure dite, témoignage nouveau de ce dont est capable la volonté humaine stimulée par le sentiment d'un grand devoir à remplir. Les architectes, l'adjudicataire, les autres entrepreneurs dont le concours avait été sollicité[1], le personnel ouvrier, le détachement militaire mis à la disposition du Commissariat général, déployèrent une activité prodigieuse; de nuit comme de jour, le directeur des services d'architecture et le Commissaire général encourageaient les travailleurs par leur présence. A l'aube du 14 avril, la salle se montra ter-

[1] MM. Moisant, Laurent, Savey et Cie; MM. Grouselle et Cie; la société « Les Charpentiers de Paris »; MM. Poirier et Auvéty; M. Latapie; M. Prévost.

minée, pimpante, gracieusement ornée : rien ne manqua aux préparatifs, pas même la répétition de l'orchestre et des chœurs.

Pour les amphithéâtres et les tribunes, les échafaudages durent être suspendus à l'ossature métallique, afin de ne pas entraver l'établissement des gradins et des parquets.

Bien que relativement simples, les échafaudages des façades n'en donnèrent pas moins lieu à de sérieuses difficultés. De toutes parts, les exposants envahissaient les galeries extérieures et jusqu'aux escaliers. La confusion régnait entre les chantiers de construction et ceux d'installation; eu égard à la pénurie de matériel, chacun prenait ce qu'il avait sous la main. Le travail s'acheva, mais dans les conditions les plus pénibles.

8. Décoration. — 1. *Généralités.* — M. Raulin avait pris pour thème du parti décoratif de la salle la synthèse de l'Exposition universelle de 1900. Il en exprima : 1° l'universalité, par la représentation sculpturale et picturale des dix-huit groupes de la classification et par la reproduction d'objets caractérisant les classes; 2° l'internationalité, par des statues figurant les nations exposantes et par les armoiries de ces nations. Une grande gloire lumineuse et colorée, dominant l'ensemble, célébrait les progrès accomplis à la fin du XIXe siècle dans les diverses branches de l'activité humaine.

Des images de divinités païennes marquaient, d'ailleurs, la rétrospectivité d'une partie de l'Exposition.

La nature, dont tout émane, se traduisait par des paysages choisis aux quatre points cardinaux, avec des types de races humaines et des spécimens d'animaux ou de végétaux.

Enfin les saisons et les mois avaient aussi leur symbolisation.

Aux éléments principaux de la décoration, s'ajoutaient, comme accessoires et encadrements : les emblèmes du travail, de la paix, de la gloire; des femmes ailées sonnant de la trompette et tenant les palmes et les couronnes de la victoire; des génies porteurs de flambeaux; des guirlandes, des cartouches, des branches de laurier et d'olivier, des monogrammes de la République Française.

Pour les façades contiguës aux halls, le thème devait être différent.

Des attributs de la République et des emblèmes de glorification y occupaient encore une place discrète; mais l'ornementation se rapportait principalement à l'agriculture et aux aliments.

D'une manière générale, la décoration a été exécutée sur les dessins de l'architecte, sauf les figures et animaux à l'égard desquels M. Raulin n'avait donné que des indications d'ensemble.

2. *Rotonde.* — Je décrirai le décor de la salle, en allant des piliers vers le sommet de la coupole.

Entre les membrures métalliques des gros piliers s'ouvraient, au niveau de l'étage, les petites loges réservées. Les façades à arcade demi-circulaire de ces loges surmontaient des balcons-corbeilles, à cul-de-lampe, soutenus à l'arrière par d'importantes consoles, avec pendeloques d'entrelacs courbes qui tombaient jusqu'aux couronnements discoïdes des piédestaux. Encadrées par des montants de forme souple, des chutes et des moulurations horizontales supérieures avec écusson médian, les ouvertures sur la salle se rehaussaient d'un riche couronnement : consoles renversées, vases, paquets de fruits, grosses fleurs de soleil, d'où devait s'échapper une girandole de lumière électrique. Au-dessus, la décoration se poursuivait, dans l'intervalle des fermes jumelles, par une superposition de socles, de gaines, de pilastres, de trépieds avec mains de justice et faisceaux de licteurs, de couronnes, de palmes variées, qu'enguirlandaient des enfilades de pirouettes et de globes, et que terminait un enfant porte-lumière. Brochant sur le tout, des boucliers pentagonaux contenaient des devises de trois lettres : *Pax*, *Lux*, *Vis*, *Jus*, etc.

Quant aux petits piliers, ils avaient des socles, des bases, des anneaux, des astragales et des chapiteaux en fonte, coulés d'après les modèles de M. Rolard. Ce fut également M. Rolard qui prépara les modèles des grès flammés fournis par MM. Bigot et Cie pour le remplissage des grandes cannelures.

Dans les voussures de pénétration des grandes arcades, quatre figures peintes de femmes couchées, avec paysages, symbolisaient les saisons : *Printemps*, par M. Hirsch; *Été*, par M. D. Maillart; *Automne*, par M. G. Surand; *Hiver*, par M. Thirion. Sur les voussures des petites



Phot. Larger

SALLE DES FÊTES

Amphithéâtre nord

arcades, des figures peintes d'enfants, accompagnées des signes du zodiaque ainsi que d'attributs divers, représentaient les mois : *Janvier, Février, Mars*, dus à M. Georges-Sauvage; *Avril, Mai, Juin*, dus à M. Bergès; *Juillet, Août, Septembre*, dus à M. Tournier; *Octobre, Novembre, Décembre*, dus à M. A. Mengin. Une ornementation avait été préparée pour servir de cadre à ces compositions : il fallut y renoncer presque complètement.

Ces voussures étaient entourées de doubles archivoltes. Des rosaces ponctuant l'archivolte extérieure indiquaient l'emplacement de lampes électriques. Les clefs consistaient en têtes et attributs de divinités mythologiques correspondant aux groupes. Par-dessus les clefs des petites arcades se plaçaient des panneaux-cartouches de diverses formes, qui recevaient le titre des groupes et qu'accompagnaient, vers les extrémités de chaque amphithéâtre, des génies ailés porteurs de flambeaux et de trompettes. M. L. Pilet avait été chargé de modeler au dixième les têtes de divinités et les génies.

Trente-deux bas-reliefs garnissaient les écoinçons compris entre les archivoltes et les bandeaux juxtaposés aux fermes. Ils se composaient d'objets empruntés aux principales classes.

Dans la voûte, au-dessus des quatre grandes arcades, quatre hauts reliefs ovalaires de 7^{m} 30 sur 6 mètres environ, formés chacun de quatre figures symboliques d'une hauteur de 4^{m} 50 sur fond d'or, étaient consacrés aux quatre premiers groupes de la classification : 1° vers l'avenue de La Bourdonnais, *Éducation; Enseignement; Littérature; Philosophie* (M. E. Leroux); 2° vers l'École militaire, *Architecture; Peinture; Sculpture; Gravure* (M. Ch. Maniglier); 3° vers l'avenue de Suffren, *Mathématiques; Esthétique des sons; Médecine et Chirurgie; Reproduction scientifique par l'imprimerie, la photographie, etc.* (M. Rolard); 4° vers le Champ de Mars, *Action mécanique de l'homme ou des animaux; Action mécanique de l'air; Action mécanique de l'eau; Action mécanique de la vapeur* (M. Th. Barrau).

Au même niveau, mais au-dessus des amphithéâtres, se trouvaient quatre immenses compositions peintes, divisées en triptyques par les fermes simples, composées chacune de vingt figures environ et affectées aux groupes V à XVIII : 1° pour l'amphithéâtre est, *Décoration fixe des*

habitations et mobilier; Fils, tissus, vêtements; Industrie chimique; Industries diverses (M. François Flameng); 2° pour l'amphithéâtre sud, *Agriculture; Horticulture et arboriculture; Forêts, chasse, pêche, cueillettes; Aliments* (M. Albert Maignan); 3° pour l'amphithéâtre ouest, *Électricité; Génie civil, moyens de transport; Mines, métallurgie* (M. F. Cormon); 4° pour l'amphithéâtre nord, *Économie sociale, hygiène, assistance publique; Colonisation; Armées de terre et de mer* (M. G. Rochegrosse). Dans le quatrième triptyque, afin de permettre une composition plus festoyante, l'Administration avait ajouté les productions de l'esprit qui charment la vie et que ne rappelaient pas suffisamment les hauts reliefs ovalaires : *les Arts du dessin, la Musique et la Poésie.*

De riches encadrements enveloppaient les huit compositions sculptées et peintes. Leurs moulures étaient ornées d'agrafes, de cartouches, de flambeaux, de cornes d'abondance, d'enroulements, de volutes, de rubans, etc., que rapprochaient des oreillons et qui constituaient ainsi un gigantesque collier.

Au sommet des parties pleines de la coupole, contre la seconde ceinture, se succédaient des panneaux de deux formes contenant les numéros des groupes. Les champs de la voûte étaient garnis, jusqu'aux archivoltes, de nervures saillantes, et leurs angles supérieurs recevaient des rinceaux auxquels s'accrochaient des guirlandes pendantes.

Tandis que les semelles apparentes des fermes doubles se liaient à la ceinture intermédiaire, les formes saillantes enchâssées par le métal et enroulées en crosse allaient soutenir des acrotères ornés, renforcés d'agrafes et couronnés d'antéfixes. Les acrotères calaient un grand arrangement ornemental qui terminait, dans sa partie supérieure, la décoration des secteurs de 30°. Cet arrangement comprenait, en son centre, un cartouche allongé et ajouré, renfermant le monogramme de la République. Il était cantonné de pilastres, de balustres, de gaines, montés sur des socles à disque. Les pilastres supportaient un couronnement à courbures multiples avec tête de lion renforcée de galbes architecturaux, couronnement qu'amortissait une vaste conque rattachée au fond. Des renommées aux ailes déployées (modèles de M. Gasq) voletaient de chaque côté, tenant des couronnes et sonnant de la trompette. Enroulements, guirlandes, cornes d'abondance, etc.,



Phot. Larger

SALLE DES FÊTES

Composition peinte de la rotonde, au-dessus de l'amphithéâtre est



Phot. Larger

SALLE DES FÊTES

Composition peinte de la rotonde, au-dessus de l'amphithéâtre sud



Phot. Larger

SALLE DES FÊTES

Composition peinte de la rotonde, au-dessus de l'amphithéâtre ouest

complétaient et soudaient l'ensemble. Ces grands motifs reposaient en partie sur la seconde ceinture, sans l'interrompre.

Portée par cette ceinture et accrochée aux fermes de la coupole vitrée, se développait une somptueuse couronne dont l'intérêt majeur résidait dans les armoiries des trente-six puissances déclarées exposantes, au moment où l'architecte composait la salle. Les écussons allongés et sertis d'enroulements avaient au chef des couronnes murales; ils étaient peints, dorés et argentés suivant les règles du blason. Un gros boudin fait d'entrelacs les reliait les uns aux autres. Les grands motifs surmontant les arcades principales partageaient les armoiries en quatre séries de neuf, divisées elles-mêmes en trois sections de trois écussons correspondant chacune à une petite arcade. Des couronnes enrubannées, d'où s'élancaient trois branches de laurier, marquaient la limite de ces sections au droit des fermes simples de l'ossature inférieure. Les écus médians des sections donnaient naissance à douze palmes alternant avec les branches de laurier et situées dans le plan des fermes supplémentaires de la coupole vitrée.

Branches et palmes s'appliquaient sur des pilastres qui supportaient une corniche circulaire et qui déterminaient des espaces quadrangulaires remplis par des claustras riches et mouvementées. Ces panneaux ajourés, dont la fonction pratique consistait à évacuer l'air chaud de la salle, concurremment avec les motifs à monogrammes, également évidés, du sommet des grandes travées, ménageaient, au point de vue artistique, la transition de la partie pleine à la partie vitrée de la voûte.

La transition était encore accentuée par une légère crête ou dentelure couronnant la corniche et présentant des divisions à l'aplomb des fermes de la coupole vitrée. Au milieu des travées centrales d'amphithéâtres, la crête prenait une importance plus grande répondant à la composition du vitrail.

Ce vitrail devait satisfaire à plusieurs conditions : éclairer la salle, malgré le vitrage des combles du palais, qui tamisait déjà la lumière; ne laisser apparaître que le moins possible les charpentes de 1889; répandre un jour de ton jaune orangé; offrir une résistance suffisante;

recevoir un chemin pour la circulation des ouvriers. Le programme a été heureusement rempli.

Si le respect de la forme circulaire s'imposait absolument, s'il fallait que la gloire rayonnât régulièrement, des dispositions n'en étaient pas moins nécessaires pour masquer les ombres des grosses fermes et des pannes du palais. M. Raulin coupa les rayonnements par quatre nébulosités d'un bleu sombre, semées d'étoiles et jetées : deux, dans le sens des grosses fermes surmontant la partie translucide de la coupole; les deux autres, dans le sens des pannes. Ces nébulosités, sortes de voies lactées, épousaient la courbure des ombres portées; elles partaient respectivement d'un des motifs élevés de la crête pour aboutir aux motifs voisins et rappelaient discrètement, mais en la contrariant, la division inférieure de la salle. Dentelées sur les bords, afin de ne point trancher outre mesure sur le fond, et plus larges au départ qu'à l'arrivée, elles faisaient valoir, par leur tonalité neutre, les rayons jaune orangé et vert, les irradiations, les scintillements des extrémités. Huit figures de femmes, lançant, jetant, semant des étoiles et des comètes, s'élevaient de la naissance des nébulosités et venaient animer ce que la composition avait de géométrique; M. Ehrmann, artiste peintre, était l'auteur des cartons de ces figures. Au centre de la gloire, les tons rouges et pourpres dominaient; le jaune s'accusait et devenait de plus en plus lumineux vers la crête opaque. Grâce aux combinaisons adoptées par l'architecte, les ombres, mêlées aux nébulosités, étaient à peu près imperceptibles.

M. Gaudin, peintre verrier, a été chargé de l'exécution du vitrail, qui ne mesurait pas moins de 1,400 mètres carrés. Sauf une petite quantité fournie par MM. Appert frères, les verres provenaient de Jeumont (Compagnie des glaces et verres spéciaux du Nord)[1]. Mis en plomb et soutenus par des armatures en fer, ils étaient garnis de grillages ondulés; ces grillages scellés dans les plombs protégeaient la salle contre la chute éventuelle des débris de verre. Des verres-dalles de même provenance constituaient le chemin circulaire des ouvriers électriciens, à la circonférence de la petite calotte.

[1] Les verres mis en œuvre comprenaient des verres coulés, des verres martelés, des verres chenillés unis, des verres chenillés dichroïques ou marbrés, des cives jaunâtres et opalines.

Quelques autres éléments de la décoration méritent encore d'être cités.

C'est d'abord le revêtement en stuc du mur de podium. Il offrait des panneaux, des branchages, des enroulements, des rubans, des consoles. Des claustras de ventilation en zinc estampé étaient réservées dans le mur.

Les trois arcades basses de chaque vestibule comportaient des consoles robustes, des cartouches, des chutes, etc.

Sur le devant des tribunes et des petites loges régnaient des balustrades en staff durci, qui se retrouvaient également en dehors de la rotonde, notamment au fond des amphithéâtres.

Dans la salle s'amorçait la série des statues représentant les puissances et placées au-dessus des balustrades en staff. Toutefois, comme la plupart de ces statues surmontaient les grands balcons des amphithéâtres, je me réserve de donner plus loin les indications d'ensemble qui les concernent.

Les balustrades et les rampes en fonte du mur de podium et des perrons ont été déjà mentionnées.

Trois tons jaunes diversement rompus et employés en réchampissage formaient la tonalité générale de la rotonde (jaune pierre, jaune blanc, jaune légèrement verdâtre). Les autres couleurs étaient : pour les panneaux d'inscription et le corps des écussons, un bleu assez vif; pour les armoiries, des tons héraldiques avec or et argent vrais; pour les parties assez nombreuses, mais peu étendues, de l'ornementation qui devaient être dorées, un jaune d'or avec rehauts métalliques; pour l'ossature apparente, un bleu vert. On voyait apparaître dans les voussures le ton rouge indien des amphithéâtres. Tous les panneaux d'inscription et les écussons d'armoirie avaient été peints à l'huile, le surplus des staffs l'étant simplement à la colle.

3. *Amphithéâtres.* — Les amphithéâtres, exactement orientés au Nord, à l'Est, au Midi et à l'Ouest, avaient leurs voûtes annulaires décorées, sur fond rouge indien, de végétaux, feuilles et fleurs, dont le choix s'adaptait à l'orientation et qui s'accrochaient à de légères formes architecturales. Une ornementation en relief soutenait les sujets peints.

IMPRIMERIE NATIONALE.

cutées d'après leurs indications, tenaient un lampadaire de 25 lampes électriques. Elles affirmaient, comme les armoiries, l'internationalité de l'Exposition.

4. *Niches.* — Les niches étaient garnies de moulures ornées, de rosaces, de cartouches avec branchages formant clefs, de couronnes, de palmes, de guirlandes, de rubans et d'une grande cimaise sous le vitrail. Cette cimaise, creusée de godrons, comportait des appliques de feuilles espacées.

Tout le fond présentait une tonalité rouge indien, rehaussée d'or.

Les verrières des demi-coupoles, d'un diamètre de 6m 50, comprenaient des plantes, des fleurs et des oiseaux choisis d'après l'orientation des niches. Elles avaient été composées par MM. Daumont-Tournel (niche nord), Carot (niche est), Anglade (niche sud), J. Galland (niche ouest).

5. *Vestibules.* — Sous les tribunes d'axe, les vestibules ovales étaient décorés de six paysages avec fleurs, entourant les portes d'accès aux amphithéâtres et correspondant aux saisons des voussures de la rotonde : côté La Bourdonnais, deux paysages de printemps (M. Karbowsky); côté La Motte-Picquet, deux paysages d'été (M. Courtois-Bonnencontre); côté Suffren, deux paysages d'automne (M. A. Cesbron).

Des chambranles robustes, avec corniches coupées en leur milieu par des cartouches et terminées à leurs abouts par des palmettes, enveloppaient les portes des amphithéâtres.

Les vestibules montraient les poutres de leurs plafonds. Néanmoins un décor fait de grands enroulements et de volutes épousait la forme ovale. Au milieu, en damier, et latéralement, en demi-cercles, ces plafonds rappelaient les sujets employés dans les galeries transversales extérieures : disques, épis, phylactères, perles, ornements géométriques.

6. *Tribunes d'axe et escalier d'honneur.* — Une décoration picturale, due à MM. Noël Bouton pour le côté La Bourdonnais, H. Motte pour

le côté La Motte-Picquet et Dourouze pour le côté Suffren, avait été appliquée sur les voûtes en berceau des tribunes d'axe et sur les parties verticales de ces tribunes. Son thème consistait en de somptueux pavois, accompagnés d'emblèmes honorifiques, de guirlandes, de fleurs, etc.

Les parois de l'escalier d'honneur devaient également recevoir des peintures en relief, dorées et argentées, où des figures de femmes symbolisant *la Science, l'Art, la Poésie,* etc., se fussent montrées parmi des formes ornementales riches et souples. M. Barbin, auteur du procédé, avait été chargé de ces peintures qui ne purent être mises en place.

Contre l'escalier d'honneur, les baies ménagées dans les murs latéraux présentaient un balcon ovale porté par un cul-de-lampe. Elles étaient entourées d'un riche chambranle et avaient un couronnement mouluré; dans la partie médiane de ce couronnement se voyait un écusson rectangulaire, avec monogramme de la République, faisceau de licteur et bonnet phrygien. Au côté opposé du mur, une ornementation largement traitée garnissait l'espace compris entre le dessus rectiligne de la baie et l'arcade de l'amphithéâtre.

Par-dessus les portes donnant accès aux loges réservées, apparaissaient des motifs qui rappelaient l'Exposition.

La tonalité des tribunes était la même que celles des fonds d'amphithéâtre.

7. *Façades.* — Chacune des façades perpendiculaires à l'avenue de La Motte-Picquet comprenait, au-dessus du plancher de l'étage, cinq travées dont les trois médianes percées d'arcades et les deux autres pourvues de portes d'accès aux amphithéâtres. Quatre pylônes (deux grands et deux petits) séparaient ces travées; ils portaient des lanternes pour appareils d'éclairage électrique. Les petits pylônes étaient accotés de cippes.

Sur les pylônes s'accrochaient des motifs aux initiales de la République, des cartouches, des guirlandes, des pilastres, des rosaces, etc.

Les cippes recevaient des frises de fruits et un décor de fronton avec antéfixes au sommet et aux angles. Quatre bas-reliefs, composés d'une

figure de femme, d'un enfant, d'arbres et d'accessoires, y étaient appliqués : du côté La Bourdonnais, *le Vin* par Mlle Itasse et *le Cidre* par M. Pécou; du côté Suffren, *la Bière* par M. M. Bourgeois et *les Liqueurs* par M. Louis-Noël.

Faits de plusieurs rouleaux concentriques à moulures, godrons et entrelacs, les arcs s'extradossaient et se bordaient d'archivoltes avec modillons ainsi que d'une crête. Derrière, une grande gorge, creusée de godrons, était surmontée, en second plan, d'une deuxième crête plus silhouettée que la première; cette gorge, motivée par la construction, réunissait les pylônes.

Des édicules à jour, terminés en frontons courbes, couronnaient les arcades. Ils étaient accompagnés de colonnettes, de consoles, de volutes, d'amortissements, de panneaux, d'écussons, de guirlandes, de têtes figurant les divinités champêtres. Au centre des parties ajourées et trilobées, prenaient place divers groupes en ronde bosse d'hommes, de femmes et d'animaux : 1° vers l'avenue de La Bourdonnais : sur l'arcade médiane, *l'Élevage des moutons et chèvres* (M. Valton); sur l'arcade latérale de droite, *le Gibier* (M. P. Mengin); sur l'arcade latérale de gauche, *la Volaille* (M. Ch. Perron); 2° vers l'avenue de Suffren : sur l'arcade médiane, *l'Élevage des veaux et porcs* (M. Fouques); sur l'arcade latérale de droite, *les Insectes utiles* (M. Captier); sur l'arcade latérale de gauche, *les Poissons, Crustacés et Mollusques* (M. Ernest Dubois). Un *coq gaulois* battait des ailes et chantait au faîte des édicules centraux.

Les couronnements des portes s'arrangeaient en frontons courbes et ouverts, à volutes, qui contenaient chacun un piédestal surmonté d'un vase, des cornes d'abondance, des feuilles et des rubans. Ces couronnements avaient pour supports des chambranles robustes à crossettes, pilastres, arrière-corps, décorés de frises, de chutes de fruits et d'un panneau pour la désignation de l'amphithéâtre. Entre les petites arcades et les linteaux des portes, étaient d'autres panneaux ovales affectés au numérotage.

Au-dessus des parties pleines encadrant les portes se profilaient des consoles renversées, qui supportaient des figures de femmes. Modelées par M. Pallez et M. Salières, ces femmes avaient une coiffure de

fleurs et tenaient à la main des gerbes ou des guirlandes de plantes cultivées, comestibles, médicinales, tinctoriales ou autres. Des compartiments moulurés et ornés, s'étendant sur les soubassements, renfermaient huit médaillons en émail de Jeumont, composés par M. Toché et représentant divers produits alimentaires.

Sous les galeries, à rez-de-chaussée, la décoration très sobre se bornait aux pilastres-gaines séparant les baies, à des moulurations et à des bandeaux de postes.

Du côté de l'École militaire et du Champ de Mars, les façades, percées comme les précédentes, étaient traitées d'une manière beaucoup plus simple. Les portes n'avaient pas de fronton. De très grandes glaces du Nord garnissaient les parois libres; la série de ces glaces se continuait dans les salons attenant aux loges réservées.

8. *Galeries transversales extérieures; leurs escaliers.* — Les plafonds à compartiments des galeries transversales extérieures du rez-de-chaussée présentaient des disques, des épis de blé et de maïs, des perles, des ornements géométriques, etc. Six grands boucliers formés des mêmes éléments marquaient les entrées principales.

Aux départs des escaliers droits, se trouvaient quatre groupes composés d'une figure humaine et d'un animal : 1° vers l'avenue de La Bourdonnais, *la Vendange* (un paysan conduisant un âne chargé de raisin) et *le Laitage* (une paysanne venant de traire une vache de petite race), par M. P. Aubé; 2° vers l'avenue de Suffren, *les Semailles* (un homme semant et un cheval portant la semence) et *la Récolte* (une paysanne tenant râteau et gerbe, et près d'elle un bœuf, dans un terrain moissonné), par M. G. Debrie.

9. *Tentures.* — Des draperies mobiles en velours de lin permettaient de fermer à volonté les baies mettant la salle proprement dite en communication avec l'extérieur. Les douze grandes arcades des galeries de l'étage avaient reçu des tentures de ton maïs, à glands et crépines d'or; lors des principales solennités, ces tentures soutenaient un ensemble de tapisseries des Gobelins, prêtées par le garde-meuble. Des tentures analogues, mais de ton bleu, garnissaient les

portes des vestibules, celles des amphithéâtres et les façades des loges.

Pour les représentations cinématographiques, les baies ouvertes dans la hauteur du rez-de-chaussée entre les amphithéâtres et les galeries de pourtour étaient aussi pourvues de tentures rouges.

Sur les façades perpendiculaires à l'avenue de la Motte-Picquet, d'énormes velums en étoffe légère, bleu, or et argent, tendus au-dessus des arcades de l'étage et attachés aux fermes de l'ancien palais par des cordelières, des bâtons tournés et des têtes de lion, ne laissaient apparaître que la partie supérieure de la rotonde et le comble de la nef. Dans les façades latérales, les treillis de la charpente, situés au-dessous de la coupole, étaient restés libres; les autres avaient été drapés d'étoffe rouge ponceau.

Ces divers travaux ont été confiés à M. Belloir.

L'Administration a, en outre, chargé MM. Jumeau et Jallot de garnir d'étoffe grenat les claustras supérieures de la rotonde.

Toutes les tentures étaient ignifugées.

10. *Indications diverses sur l'exécution.* — Chemin faisant, j'ai énuméré un grand nombre d'artistes ou de fournisseurs qui ont collaboré à la décoration de la salle des Fêtes.

Il serait injuste de ne pas citer les autres noms. J'en profiterai pour donner quelques indications complémentaires sur l'exécution des travaux.

La sculpture ornementale a été répartie entre huit sculpteurs ou associations d'ornemanistes, qui préparaient les modèles, effectuaient les moulages et procédaient à la pose :

1° M. Trugard. — Intérieur de la rotonde; façades perpendiculaires à l'avenue de La Motte-Picquet, au-dessus des galeries du rez-de-chaussée. (Ce lot était de beaucoup le plus important.)

2° M. Ch. Bocquet. — Amphithéâtres, voûtes annulaires et niches.

3° M. François. — Plafonds, portes et motifs divers des vestibules, des tribunes, de l'escalier d'honneur; arcades donnant des tribunes sur les amphithéâtres; galeries aveugles.

4° M. Auberlet. — Baies à gaines entre les galeries extérieures

du rez-de-chaussée et les amphithéâtres; décoration des façades à rez-de-chaussée; motifs ornant les piédestaux des groupes au départ des escaliers droits.

5° Union des sculpteurs-mouleurs (M. Carlier, directeur). — Balustrades en staff durci.

6° M. Millet. — Consoles, branches et rubans en stuc du podium.

7° M. Rolard. — Modèles des fontes ornées (petits piliers).

8. Association des Neuf (M. Montfort, directeur). — Plafonds des galeries extérieures du rez-de-chaussée.

C'est la société ouvrière d'entreprise générale de peinture «Le Travail» (M. Buisson, directeur) qui a exécuté les travaux de peinture ordinaire. M. Motte et cette société se sont réunis pour la peinture décorative : simples couches, réchampissages, ornements, lettres, etc. Tous les plâtres étaient préalablement enduits d'hydrofuge. Beaucoup de pièces en staff ont été peintes sur le sol, au lieu de l'être après la pose.

M. Motte, déjà mentionné à diverses reprises comme auteur de plusieurs toiles, a brossé aussi des panneaux avec ornements, monogrammes et semis pour les parties verticales des amphithéâtres. L'Administration lui a commandé également les peintures décoratives marouflées sur les voussures des arcades reliant les tribunes d'accès aux amphithéâtres, ainsi que des peintures en forme de croissant disposées entre les voûtes et les arcades des galeries de pourtour : ces dernières devaient, d'abord, être confiées à quatre peintres différents et représenter le soleil levant, le soleil de midi, le soleil couchant, la lune, avec des figures; mais le temps a fait défaut.

Généralement, le marouflage des toiles restait au compte des artistes; l'Administration leur fournissait les échafaudages : ces échafaudages ont été livrés par la société «Le Travail». A titre exceptionnel, l'Administration devait maroufler les quatre grandes compositions en triptyque; elle a chargé de l'opération MM. Binant et Hardy-Alan, en même temps qu'elle leur commandait les toiles mises à la disposition des artistes. Le marouflage a eu lieu à la céruse pour ces dernières compositions et à la colle de seigle pour les autres.

Il ne me reste à signaler que M. Germain (revêtement en stuc-pierre du mur de podium, des piédestaux d'appuis principaux, des

consoles d'échiffres aux perrons), la Société française des ornements en zinc (claustras de ventilation du podium, bouquets de lampadaires au sommet des hampes tenues par les statues des nations), MM. Émile Müller et Cie (terres émaillées pour les façades des vestibules ovales, du côté de la rotonde, et rosaces des rampes de l'escalier d'honneur).

9. Gradins des amphithéâtres. Vomitoires. — La fourniture et la pose en location des gradins ont été adjugées à M. E. Dubuisson. Toute la construction était en sapin, sauf les marches d'escaliers établies en chêne.

Chaque amphithéâtre présentait, du mur de podium au fond de la niche, 28 gradins divisés en deux groupes par un chemin de $2^m 25$ de largeur concentrique au podium, savoir : 1° un premier groupe de quatre gradins, d'une largeur de $0^m 90$; 2° un second groupe de vingt-quatre gradins, d'une largeur de $0^m 79$. Ces gradins avaient une hauteur uniforme de $0^m 20$ environ. Au fond de la niche régnait une plate-forme en demi-cercle, de $2^m 90$ de largeur, située de plain-pied avec les galeries de l'étage, servant de débouché aux portes ménagées sur ces galeries et pourvue d'un plancher à solivage métallique.

La charpente de support comportait, pour chacun des amphithéâtres, vingt fermes montées sur poteaux, convergeant vers le centre du cirque et placées à égale distance les unes des autres, si ce n'est au droit des vomitoires, qui exigeaient une légère augmentation de l'espacement. Composées d'arbalétriers, de poinçons, d'entraits moisés, de potelets et d'une longrine supérieure inclinée, les fermes laissaient sous leurs entraits la hauteur nécessaire à la circulation, ce qui permettait d'utiliser commodément les dessous des gradins; des croix de Saint-André et des moises les reliaient et les contreventaient; les cours inférieurs de moises se trouvaient enfouis, de manière à ne pas embarrasser le passage. Les vomitoires étaient bordés et couverts, en plafond rampant, de planches qui se fixaient à la charpente, soit directement, soit par l'intermédiaire de fourrures; ils offraient une ouverture constante de $3^m 30$, afin de prévenir les accidents qu'aurait pu provoquer leur évasement pour une foule venant de l'exté-

rieur, s'engouffrant à l'extrémité la plus large et ne trouvant ensuite qu'un étroit goulot de sortie sur la rotonde.

Au-dessus des longrines inclinées, de forts taquets triangulaires formant crémaillère recevaient les parquets horizontaux disposés entre les banquettes.

Les banquettes, ouvertes sur leur face inférieure, se composaient de gabarits en madriers fixés aux longrines, d'un madrier supérieur, enfin de planches rabotées et assemblées pour les faces antérieure ou postérieure; dans le parement antérieur, des trémies très rapprochées et munies d'un grillage ondulé livraient passage au courant d'air de ventilation. Dans le premier groupe de gradins, les banquettes avaient une largeur de $0^m 40$; ce chiffre était très légèrement réduit dans le second groupe. La face antérieure présentait une hauteur uniforme de $0^m 45$.

Cinq escaliers existaient dans chacun des amphithéâtres : un perron de 3 mètres de largeur et dix-huit marches en ciment armé, reliant le cirque à la circulation intermédiaire des gradins, mais ne se rattachant pas à l'entreprise de ces gradins; deux escaliers concentriques à la piste, d'une largeur de 2 mètres, allant des vestibules ovales au même niveau que les précédents et comptant quatorze marches, non compris les départs en ciment armé; deux escaliers en arc de cercle de onze marches, continuant la plate-forme du fond de la niche et réunissant cette plate-forme aux gradins de l'amphithéâtre proprement dit.

De nombreux passages, dont la largeur variait entre 1 mètre et $1^m 25$, avaient été réservés dans les gradins :

1° Pour le groupe inférieur de gradins : passages transversaux contre les gros piliers, au droit des petits piliers, de part et d'autre du perron, dans l'axe des arcades latérales;

2° Pour le groupe supérieur jusqu'à la niche : passages transversaux aux extrémités, au droit des escaliers de la niche et dans l'axe des arcades latérales; passage le long des murs courbes formant le fond de l'amphithéâtre;

3° Pour la niche : passage demi-circulaire contre les escaliers et la plate-forme supérieure.

Au bas du groupe supérieur de gradins, courait une balustrade robuste à potelets et balustres partiellement tournés; cette balustrade se reproduisait sur la face opposée des escaliers aboutissant aux vestibules ovales. Les potelets dépassaient la barre d'appui à l'entrée des passages; le long des escaliers, ils descendaient jusqu'au sol et contenaient entre eux des lambris faisant parois.

Une balustrade de même dessin enveloppait la plate-forme du fond de la niche et les escaliers voisins. Ses potelets, espacés de $1^{m}10$ à $1^{m}70$ d'axe en axe, dépassaient la barre d'appui et se prolongeaient, dans la hauteur du rez-de-chaussée, pour rejoindre le sol; ils avaient un équarrissage renforcé; trois cours de croix de Saint-André et de moises les réunissaient au-dessous des gradins et constituaient avec eux un pan de bois supportant les solives du plancher. Eu égard à l'amplitude du rayon de la niche, les travées de la balustrade et, par suite, du pan de bois avaient pu recevoir un tracé rectiligne.

Toutes les charpentes étaient soigneusement ignifugées.

10. Parquetage. — Au rez-de-chaussée de la salle des Fêtes et des vestibules, le parquet, soumissionné par M. Conard, était, sauf dans le motif central du cirque, en frises de sapin d'une épaisseur de $0^{m}027$, avec lambourdes bien calées sur le sol. Le parquetage de la salle proprement dite offrait des dispositions qu'il ne sera pas sans intérêt d'indiquer sommairement.

Un grand motif octogonal, d'un diamètre de 17 mètres au cercle inscrit, correspondait à la cuve centrale de ventilation. Il comprenait : 1° suivant l'axe de l'entrée officielle et de l'escalier d'honneur, une ligne de trappons au-dessus de la cuvette destinée à l'immersion de l'écran d'un cinématographe; 2° une bande perpendiculaire; 3° dans chacun des quatre secteurs détachés par ces deux bandes, un parquet en chêne à claire-voie donnant passage à l'air. Ce parquet à 45° sur les deux demi-bandes limitrophes avait pour supports des lambourdes, que soutenaient des solives en fer scellées dans le mur d'enceinte de la cuve et dans ceux de la cuvette du cinématographe.

Au motif central aboutissaient deux chemins en croix, d'une largeur de $10^{m}80$, reliant les vestibules opposés et formés : 1° d'une

zone médiane, de $6^{m}80$, en frises perpendiculaires à leur direction; 2° de deux bordures ayant chacune 2 mètres de largeur et faites en frises normales aux premières.

Sur le pourtour du motif central et contre le mur de podium, régnaient des bordures en frises rayonnantes.

Pour chacun des immenses secteurs compris entre ces bordures et les chemins en croix, les frises étaient orientées suivant le rayon d'axe du perron.

Une autre entreprise adjugée à M. Haour embrassait tous les travaux de l'étage : modifications aux parquets des galeries longitudinales du palais, après rescindement des poutres de rive; parquetage des galeries transversales, des tribunes, des loges et de leurs dégagements, etc.

Divers autres ouvrages s'y rattachaient.

11. Menuiserie. — M. Logie, entrepreneur, fut chargé d'établir 82 portes, dont 49 au rez-de-chaussée et 33 à l'étage, savoir :

8 portes à deux vantaux, d'une largeur de $2^{m}85$ et d'une hauteur de $2^{m}05$, avec parties vitrées, à l'origine des vomitoires sur la rotonde (ouverture de la salle vers l'extérieur);

8 portes à deux vantaux, d'une largeur de $2^{m}85$ et d'une hauteur de $2^{m}50$, avec grande imposte vitrée fixe de $0^{m}70$, à l'autre extrémité des vomitoires (ouverture de la salle vers l'extérieur);

8 portes à deux vantaux, ayant une hauteur totale de $4^{m}20$, comme les précédentes, et une largeur de $2^{m}20$, pour desservir les dessous des gradins dans les hémicycles;

16 portes à deux vantaux, d'une largeur de $1^{m}60$ et d'une hauteur de $3^{m}10$, y compris l'imposte dormante vitrée, donnant accès des galeries du rez-de-chaussée aux réduits situés entre les pans de bois courbes des hémicycles et les pans de bois droits des façades;

9 portes à deux vantaux, va-et-vient, placées à l'entrée principale sur l'avenue de La Motte-Picquet et faites sur le modèle des autres portes du palais;

8 portes à deux vantaux, d'une largeur de $1^{m}60$ et d'une hauteur de $2^{m}50$, non compris une imposte fixe de $0^{m}60$ sans vitrage, desservant les cabinets ou réduits entre les pans de bois courbes des hémicycles et les pans de bois droits des façades, sur les anciennes galeries longitudinales d'étage;

4 portes à un vantail, d'une largeur de $0^m 90$ et d'une hauteur de $2^m 30$, avec panneaux vitrés à la partie supérieure, dans les grands pylônes des façades transversales;

4 portes à un vantail, d'une largeur de $0^m 80$, semblables pour le surplus aux précédentes et accotées aux arcades centrales des façades sur les anciennes galeries d'étage;

16 portes à un vantail, d'une largeur de $0^m 80$ et d'une hauteur de $2^m 30$ sous parties vitrées, dont 8 pour les loges et 8 pour l'accès aux balcons latéraux des tribunes d'axe, ainsi que de l'escalier d'honneur;

1 porte de service, pratiquée dans l'un des piliers de la tribune d'axe, côté de l'École militaire, pour l'escalier menant au-dessus de la coupole.

Les 40 premières portes du rez-de-chaussée étaient à petits cadres; les neuf portes de l'entrée officielle, à grands cadres; les portes de l'étage, sauf celles des loges, à petits cadres sur les faces extérieures et à glace sur les faces intérieures; les portes des loges, à petits cadres sur les deux faces.

Hormis les poteaux en chêne séparant les portes de l'entrée officielle, toute cette menuiserie avait été faite en sapin.

Quelques ouvrages accessoires complétaient l'entreprise de M. Logie.

12. Marquise. — Comme je l'ai déjà indiqué, une marquise vitrée avait été établie contre la façade du palais, côté de l'École militaire, et abritait les abords de l'entrée officielle au droit de la travée centrale ($26^m 40$), ainsi que des deux travées latérales ($21^m 50$ chacune). Sa longueur totale, y compris les saillies du vitrage, mesurait $71^m 50$. La partie médiane, correspondant à l'avant-corps de l'ancien escalier, avait 4 mètres de profondeur et $4^m 70$ de hauteur libre à la rive; les parties latérales, en retraite de 2 mètres sur la partie médiane, présentaient une profondeur de $10^m 75$ et une hauteur libre à la rive de $4^m 50$. Partout, le vitrage déversait ses eaux pluviales vers la façade, dans des chéneaux de $0^m 25$ de hauteur et $0^m 25$ de largeur, dont la crête était à $4^m 50$ au-dessus du sol, pour la partie médiane, et à 1 mètre plus bas, pour les parties latérales.

Dans la zone médiane, le vitrage reposait sur six groupes de deux consoles à treillis en N, superposées, réunies par leur base et accro-

chées aux montants métalliques du palais. Les consoles inférieures se terminaient à une petite panne en double ⊤ de $0^{m}14$ de hauteur; le chéneau les traversait près du mur. Quant aux consoles supérieures, beaucoup plus longues que les précédentes, elles se développaient au-dessus du vitrage et aboutissaient à une panne de rive en double ⊤, d'une hauteur de $0^{m}12$; leur semelle supérieure présentait une volute au contact avec la façade.

Pour chacune des zones latérales, les supports extérieurs consistaient en trois colonnes, d'une hauteur de $3^{m}15$ au-dessus des piédestaux maçonnés. Ces colonnes, posées sur un socle en acier à ⊔ de $0^{m}60 \times 0^{m}60$, étaient faites de deux âmes en croix, avec cornières d'attache, qui comportaient une largeur de $0^{m}40$ à la base et de $0^{m}22$ au sommet, dont les découpures formaient empattement et chapiteau, et qu'enveloppaient deux bagues, l'une vers la partie inférieure, l'autre au niveau de l'astragale. Les supports ainsi constitués suivaient l'alignement de l'avant-corps. A chacun d'eux se fixaient quatre consoles à treillis, dont deux parallèles à la façade, recevant une poutre longitudinale à croisillons de $0^{m}25$ de hauteur, et deux normales au mur, soutenant un arbalétrier en double ⊤ de $0^{m}26$ de hauteur. Les arbalétriers s'appuyaient, en outre, sur des consoles à treillis assemblées à l'ossature du palais et sur une panne à croisillons, de $0^{m}35$ de hauteur, située à mi-distance environ entre la file de colonnes et la façade; dans les consoles adossées au mur passait le chéneau. Une petite panne de rive prolongeait la panne intermédiaire de la zone médiane.

L'espacement des fers à vitrage était de $0^{m}50$.

Complètement en acier, l'ossature de la marquise a été entreprise par M. Liet. Son poids total était de 27,640 kilogrammes; sa surface, de 604 mètres carrés; son poids au mètre carré, de 45 kilogr. 8.

A l'installation de la marquise se rattache la modification de la façade d'avant-corps, pour l'établissement des portes de l'entrée officielle. Il a fallu démolir la région basse du mur en brique et poser des poutres-linteaux entre les montants métalliques.

Les entrepreneurs qui ont exécuté les travaux sont, outre M. Liet, MM. Grouselle et Cie (maçonnerie), M. Mathieu (couverture et plom-

berie), la compagnie des glaces et verres spéciaux du Nord (fourniture de verres striés), la société ouvrière «Le Travail» (peinture et pose des verres striés), M. Logie (portes sous la marquise), M. Combes (ferrure de ces portes).

13. Éclairage électrique de la salle. — Comme je l'indiquerai dans le chapitre spécial des installations électriques, les appareils destinés à l'éclairage de la salle comprenaient notamment 48 lampes à arc ainsi distribuées : 8 lampes équidistantes, à la circonférence de la petite calotte vitrée couronnant la coupole; 8 groupes de 3 lampes suspendues à la seconde ceinture, au droit des fermes doubles; 8 paires de lampes suspendues à la même ceinture, de part et d'autre des fermes simples.

Les suspensions des huit premières lampes sortaient d'un caisson circulaire en bois entre la troisième ceinture et le chemin de verres-dalles, avec garde-corps, qui avait été spécialement imaginé pour leur service.

Quant aux quarante autres lampes, elles pouvaient être descendues à une faible distance du parquet de la salle, où se faisaient le nettoyage et le rechargement.

M. Raulin a eu à organiser le dispositif spécial nécessaire aux huit lampes supérieures. Il a dû aussi aménager tout le système d'escaliers, d'échelles, de ponts, de passages, de garde-corps, qui prenait naissance dans l'un des pieds-droits de l'arcade d'axe, côté de l'École militaire, et qui permettait aux électriciens de circuler sur la coupole (entrepreneur : la société «Les Charpentiers de Paris»).

Aux lampes à arc s'ajoutaient les 36 bouquets de lampes à incandescence portés par les statues des puissances.

Indépendamment de l'appareillage exécuté, l'architecte avait prévu des cordons dentelés de lampes dans les grandes archivoltes des seize arcades; il se proposait aussi d'illuminer les soleils au-dessus des petites loges et d'allumer les flambeaux que portaient les enfants placés au sommet de la décoration entre les fermes jumelles. Son programme a dû être amputé. Néanmoins, l'éclairage de la salle était riche et brillant.

14. Installation d'un cinématographe. — Des séances de cinématographie et de photographie en couleurs étaient offertes gratuitement au public dans la salle des Fêtes. Je me réserve de donner plus loin (chapitre des fêtes) les indications nécessaires sur les appareils, dus à MM. Lumière, et sur leur fonctionnement. Mais il y a lieu de mentionner ici les installations faites et payées par le Commissariat général : cuve remplie d'eau, sous le parquet de la salle, pour recevoir l'écran en dehors des heures de séances; treuils pour la manœuvre de cet écran; cabine abritant l'appareil de projections.

La cuve, dirigée suivant l'axe longitudinal du Champ de Mars, était en maçonnerie de meulière et ciment, avec enduits très soignés; elle mesurait 17 mètres de longueur, $0^{m}50$ de largeur et $0^{m}84$ de profondeur. Huit trappons à pentures, fixés à un bâti général et munis d'anneaux, recouvraient, au niveau du parquet, non seulement la cuve, mais une rigole extérieure, de $0^{m}10$ de largeur et $0^{m}15$ de profondeur, également pleine d'eau et ayant pour objet d'arrêter les poussières. Des canalisations d'arrivée et de décharge assuraient le renouvellement de l'eau.

Accrochés à la charpente métallique, les treuils portaient des câbles qui servaient, soit au déroulement et à la montée de l'écran, soit à la descente et à l'enroulement.

La cabine, placée sur la tribune côté La Bourdonnais, avait 3 mètres de largeur et 6 mètres de longueur; elle était en bois, avec revêtement intérieur de tôle.

MM. Grouselle, Logie, Beaudouin, Combes, Prévost, entrepreneurs, ont coopéré à ces installations, chacun pour sa spécialité.

15. Installation d'un grand orgue. — A la demande de M. Widor, professeur au Conservatoire national de musique, un grand orgue, construit pour le Conservatoire de Moscou par M. Mutin, successeur de Cavaillé-Coll, avait été monté sur la tribune côté Suffren.

Cet orgue concourut à toutes les solennités de la salle des Fêtes, ainsi qu'aux représentations cinématographiques.

L'Administration n'eut à supporter ni dépenses d'établissement, ni frais d'auditions.

16. Travaux divers. — Il ne me reste à mentionner, en ce qui concerne la salle des Fêtes et ses dépendances, que les entreprises suivantes :

Menuiserie pour postes d'eau (M. Logie).
Quincaillerie (M. Beaudouin).
Vitrail (*Le Poète*), pour le grand escalier voisin de l'École militaire (M. Coulier).
Ateliers pour les peintres et les sculpteurs (M. Lapeyrère; MM. Poirier et Auvéty).
Éclairage électrique des baraquements de sculpteurs (MM. Supervielle et Pellier).
Maquette de la salle (M. Rolard).

17. Dépenses. — Abstraction faite de la marquise, les dépenses de la salle des Fêtes ont été les suivantes :

Terrassements et maçonnerie	682,595f 26c
Charpente métallique	1,157,943 35 (1)
Charpente en bois, menuiserie, parquetage	255,877 67 (1)
Vitrerie et vitraux	86,255 00
Peinture	111,136 72 (1)
Peinture décorative	183,200 00 (1)
Statuaire, sculpture décorative, staff	499,324 88
Dépenses diverses	116,017 30 (1)
Total	3,092,350 18

Ce total fait ressortir le prix du mètre carré couvert à 237 fr. 87 et celui du mètre cube occupé par l'édifice à 7 fr. 73.

La marquise a coûté 35,336 fr. 04 (1), soit 63 fr. 10 par mètre horizontal couvert.

§ 2. Aménagement de l'ancienne galerie des Machines, en dehors de la salle des Fêtes, pour les groupes de l'agriculture et des aliments. Affectation temporaire du palais au concours agricole, au concours hippique et aux salons.

1. Aménagement de l'ancienne galerie des Machines, en dehors de la salle des Fêtes, pour les groupes de l'agriculture et des aliments.

(1) Chiffres provisoires.

— 1. *Pose de lanterneaux sur les combles du bas côté contigu au Champ de Mars.* — Le palais de l'Électricité, établi en contact immédiat avec l'ancien palais des Machines de 1889 dans l'étendue des cinq travées médianes, obstruait les baies du bas côté vers le Champ de Mars. Au rez-de-chaussée, tout éclairage naturel était impossible et il devenait indispensable de recourir à un éclairage artificiel par l'électricité. L'étage, au contraire, put recevoir la lumière du soleil, dans les conditions les plus satisfaisantes, au moyen de lanterneaux à deux pentes posés sur les combles.

Ces lanterneaux avaient pour appuis, dans chaque travée, la panne faîtière et les deux pannes voisines. Leur longueur, déterminée par des chevrons courbes de la toiture, était de $8^{m}80$, non compris les saillies-abris de $0^{m}50$ environ. Dans la travée centrale, chacune des pentes du lanterneau présentait une longueur de 8 mètres; la dimension correspondante, pour les autres travées, descendait à 6 mètres.

La carcasse métallique des lanterneaux comprenait : trois pannes à treillis placées au-dessus des pannes de la galerie; quatre petits arbalétriers, distribués de deux en deux chevrons et soulagés par des aisseliers; deux petites pannes intermédiaires; des fers à vitrage espacés de $0^{m}49$ environ.

Des marchés ont été passés, pour l'exécution du travail, avec M. Liet (serrurerie), M. Mathieu (couverture) et la société ouvrière d'entreprise générale de peinture « Le Travail » (peinture et vitrerie).

2. *Modifications, réparations diverses.* — Bien que se chiffrant ensemble par une somme assez élevée, les modifications ou réparations de l'ancien palais des Machines n'ont exigé que des travaux fort simples. Je me bornerai donc à énumérer sommairement ces travaux :

Suppression partielle de la balustrade des galeries d'étage, pour l'installation de chemins élévateurs (MM. Vénot et Cie).

Établissement d'un parquet en sapin sur lambourdes, avec parties mobiles sur les voies ferrées (M. Bontemps et M. Conard).

Ouverture de portes nouvelles dans les quatre façades; réparation de parquets

et de marches d'escaliers; redressement de balustrades-rampes; modification des ferrures des portes (MM. Lapeyrère et Combes).

Réfection et entretien des parties en zinc du comble (M. Mathieu).

Peinture à l'huile de l'extérieur du palais; remplacement du titre de l'édifice sur le pignon La Bourdonnais, lessivage des surfaces intérieures, enlèvement de l'ancien dépoli des vitrages (Société ouvrière « Le Travail »).

Fourniture de verres en approvisionnement (Manufacture des glaces et verres spéciaux du Nord).

Réparations de la vitrerie du comble et de la vitrerie verticale (Société ouvrière « Le Travail »).

Changement de l'inscription sur le vitrail du pignon Suffren et réparations de ce vitrail (M. Gaudin).

Remise en état du lanterneau de faîtage (M. Liet).

Enlèvement des mâts en croix porte-drapeau, placés en 1889 (Société ouvrière « Les Charpentiers de Paris »).

Amélioration des moyens de protection contre la foudre (MM. Mildé fils et Cie).

Déblai de terres et de détritus abandonnés par les exposants (M. Étienne; MM. Grouselle et Cie).

3. *Dépenses.* — Les dépenses d'aménagement de l'ancienne galerie des Machines pour les groupes de l'agriculture et des aliments se chiffrent ainsi :

Terrassements	78,417f 47c
Charpente, parquets	79,218 78 [1]
Couverture	32,741 00
Peinture et vitrerie	129,219 84 [1]
Serrurerie	48,855 94
Dépenses diverses	16,110 35 [1]
TOTAL	384,563 38

2. Affectation temporaire du palais au concours agricole, au concours hippique, aux salons, etc., de 1897 à 1899. — La démolition du palais de l'Industrie et celle du palais des Beaux-Arts de 1889 au Champ de Mars devaient contraindre successivement le concours agricole, le concours hippique et les salons annuels à émigrer.

[1] Chiffres provisoires.

Ainsi que je l'ai précédemment rappelé, le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, consentit, jusqu'en 1899, à recevoir ces grandes manifestations dans l'ancien palais des Machines et mit à la charge du budget de l'Exposition, non seulement la remise en état de l'édifice, mais aussi les travaux considérables d'aménagement nécessaires pour les salons.

Seul, le concours agricole quitta son siège habituel en 1897. Il occupa la totalité du palais des Machines (rez-de-chaussée et étage), en y adjoignant une bande de terrain au pourtour. Cette occupation restreinte et de courte durée ne pouvait, à l'époque où elle se produisit, apporter une entrave sérieuse à l'Exposition.

La situation fut tout autre à partir de 1898. Au concours agricole allaient s'ajouter le concours hippique et les salons. Le Commissariat général dut ajourner la construction de la salle des Fêtes et, par surcroît, procéder aux importantes installations qu'exigeaient les deux sociétés d'artistes; il était, d'ailleurs, obligé de diriger ces installations, de manière à les tenir prêtes pour les salons, sans gêner les concours agricole et hippique qui précédaient immédiatement les expositions des beaux-arts.

De même qu'en 1897, le concours agricole avait besoin de l'ensemble du palais. Le concours hippique demandait une piste de 200 mètres sur 40 mètres, des emplacements de tribunes, des écuries dans les bas côtés de la nef, des dépendances nombreuses et étendues. Quant aux artistes, ils n'admettaient, pour la peinture, que des salles éclairées par la partie supérieure, et l'unique moyen de leur donner satisfaction consistait à créer ces salles dans la nef.

Voici, dès lors, le parti auquel s'arrêta l'Administration après entente avec les intéressés.

Elle juxtaposa à chacun des bas côtés du palais, perpendiculairement au grand axe du Champ de Mars, une suite de boxes en charpente, d'une hauteur de 8 mètres et d'une profondeur de 24 mètres, égale à celle des salons de l'étage du palais de l'Industrie. Ces salles étaient séparées les unes des autres : 1° par des cloisons principales, dans le plan des fermes du palais; 2° le plus souvent, par des cloisons secondaires parallèles aux premières, au milieu des travées. Leur longueur variait

ainsi de 10^m 75 à 21^m 50 et 26^m 40. Douze travées, côté La Bourdonnais, avaient été affectées à la Société des artistes français; sept travées, côté Suffren, à la Société nationale des beaux-arts; deux travées mitoyennes, aux objets d'art, dans la zone contiguë à l'avenue de La Motte-Picquet, et au buffet, dans la zone contiguë au Champ de Mars. La charpente et la menuiserie comprenaient des poteaux principaux enterrés de 1 mètre et scellés au pied, des sablières hautes et basses, des poteaux intermédiaires et des traverses espacées de 2 mètres en madriers, des revêtements verticaux en planches sur les deux faces, des corniches, des cimaises, un parquet, un trottoir de 2^m 50 vers le hall, des pans coupés dissimulant les piliers des fermes et répétés par symétrie dans les autres angles des salles, enfin des porches sur la nef.

L'Administration commença les travaux avant le concours agricole, mais ajourna les cloisonnements antérieurs, les cloisons de refend et les pans coupés. Pendant ce concours, les salles restèrent librement ouvertes du côté du hall et abritèrent les machines de culture.

Tandis que se préparait le concours hippique, le Commissariat général termina les salles, à l'exception des porches, et les ferma vers la nef, en ne ménageant qu'un petit nombre d'accès, notamment aux extrémités du vaisseau.

Entre les deux enfilades de salles, il subsistait une largeur libre de 66 mètres, que les organisateurs du concours hippique décomposèrent de la manière suivante : piste, 41 mètres; tribunes et plates-formes, 8 mètres d'un côté et 12 mètres du côté opposé; passages à l'arrière des tribunes, 2^m 50 de chaque côté. La piste avait 190 mètres de longueur. Des écuries pour 320 chevaux étaient établies au rez-de-chaussée des galeries de 15 mètres; les chevaux se trouvaient sur deux rangs, avec circulation médiane; deux zones, ayant chacune 2 mètres de largeur et situées, la première contre le mur extérieur, la seconde contre le hall, servaient de selleries.

Aussitôt après la clôture du concours hippique, le déménagement des écuries eut lieu en toute hâte. L'Administration appropria les galeries du rez-de-chaussée à la réception des dessins et des plans d'architecture; elle acheva les autres travaux. De leur côté, les sociétés

d'artistes, qui avaient pu, durant le concours hippique, décorer l'intérieur des salles et recevoir les œuvres dans les galeries de l'étage, firent la décoration extérieure, aménagèrent les jardins de sculpture, mirent en place les tableaux, les statues et les autres objets exposés.

Ces opérations successives s'étaient accomplies sans heurt; l'organisation des concours et des salons n'avait rien laissé à désirer. Parmi les résultats obtenus, je me reprocherais de ne pas signaler le rapprochement matériel, pour la première fois réalisé, entre le salon de la Société des artistes français et celui de la Société nationale des beaux-arts.

Les salles construites pour les expositions des deux sociétés en 1898 furent autant que possible maintenues après la fin de ces expositions. Elles devaient, d'ailleurs, être partiellement utilisées, d'abord par les Amis des arts, puis par les constructeurs de cycles et d'automobiles, plus tard encore par les artistes-femmes; quelques-unes étaient, en outre, mises gracieusement à la disposition de certains artistes pour l'exécution d'œuvres destinées à des monuments publics.

Commencé au mois de janvier 1899, le montage de la salle des Fêtes allait entrer dans une phase extrêmement active quand revinrent le concours agricole, le concours hippique et les salons.

Le Département de l'agriculture se prêta obligeamment à la continuation du montage, en s'abstenant d'occuper l'emplacement de la rotonde. Durant le concours hippique, le Commissariat général put conserver des ateliers dans les amphithéâtres sud et ouest. Mais la Société des artistes français ne souscrivit à aucune concession, et le chantier dut être entièrement évacué. L'Administration fut obligée de rétablir les parties de salles temporairement abattues, d'envelopper les piliers de la rotonde, de compenser les diminutions correspondantes d'espaces par la création de salles nouvelles au rez-de-chaussée de la galerie La Motte-Picquet. De plus, comme l'extrémité Suffren de la nef avait été attribuée à des sculpteurs ornemanistes travaillant pour l'Exposition, le Commissariat général éleva en avant des ateliers de ces sculpteurs une série de salles transversales reliant les enfilades de salles longitudinales et destinées à la Société nationale des beaux-arts.

De même que les salons de 1898, ceux de 1899 eurent pour épilogue une exposition restreinte de la société des Amis des arts.

Ont concouru aux travaux, en qualité d'entrepreneurs : 1° pour les réparations et l'entretien, la société ouvrière « Le Travail » et M. Biasca (vitrerie), M. Lapeyrère (travaux divers autres que la vitrerie); 2° pour l'aménagement des salles, MM. J. Haour, Lapeyrère, Prévost et Lecœur.

Les dépenses se sont élevées à 443,250 fr. 83, savoir :

Charpente en bois et menuiserie	412,088f 83c
Peinture et vitrerie	11,291 00
Travaux divers	19,871 00
TOTAL	443,250 83

CHAPITRE XIX.

PAVILLONS ET OUVRAGES DIVERS DE L'ENCEINTE URBAINE.

1. Pavillon du Commissariat général[1]. — 1. *Emplacement et dispositions générales.* — Le Commissariat général occupa d'abord les immeubles nos 22 et 26 de l'avenue de La Bourdonnais, qui avaient été construits pour l'exposition universelle de 1878 et utilisés également pour l'exposition de 1889. Mais ces bâtiments, d'une étendue tout à fait insuffisante, même avec des services centraux réduits au strict minimum, ne pouvaient fournir qu'une installation essentiellement provisoire. Des locaux plus vastes ne tardèrent pas à devenir indispensables.

Au début, la pensée avait été de construire un pavillon sur le périmètre de l'Exposition, près de la place de la Concorde. L'Administration, tout en ayant son siège dans l'enceinte, se fût ainsi trouvée aussi rapprochée que possible du centre de Paris; les membres des comités d'admission ou d'installation, les exposants et les autres personnes entretenant des rapports avec le Commissariat général y eussent trouvé de sérieux avantages. C'était l'emplacement admis dans l'avant-projet qui servit de base à la loi du 13 juin 1896.

Désirant ne point encombrer les abords des Champs-Élysées et couper court, par son exemple, aux tendances d'envahissement de cette région, le Commissariat général n'hésita pas à sacrifier son idée première. Sur la demande du Ministre du commerce, le Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts lui affecta temporairement des terrains et un corps de bâtiment dépendant des écuries de la Présidence, à l'angle de l'avenue Rapp et du quai d'Orsay. Si cette combinaison l'éloignait du centre de la capitale, en revanche elle le plaçait au cœur des chantiers et, en quelque sorte, au foyer de l'Exposition.

[1] M. DEGLANE, architecte. (Inspecteur : M. Dulong. — Sous-inspecteur : M. Guérin. — Vérificateur : M. Aubrée.)

Les services dont la concentration s'imposait absolument comprenaient le Commissariat général, la direction générale de l'exploitation, la direction de l'architecture, celle de la voirie, celle des finances, le secrétariat général et le contentieux. Il fallait aussi de nombreuses salles pour les séances de comités ou commissions, un bureau de police, un poste de sapeurs-pompiers et diverses dépendances.

Ni les agences d'architecture organisées pour les études et l'édification des palais, ni les bureaux des ingénieurs ne devaient prendre place dans le pavillon du Commissariat général. Les agences d'architecture, dont quelques-unes avaient été primitivement abritées par l'ancienne galerie des Machines de 1889, allaient s'installer, soit dans les immeubles devenus disponibles avenue de La Bourdonnais, soit dans des appartements du quartier loués à cet effet; un bâtiment démontable, établi sur le quai de la Conférence près du pont Alexandre III, recevait le personnel chargé de ce grand ouvrage.

Pour satisfaire aux nécessités de son fonctionnement, l'Administration dut : 1° mettre en état et aménager les écuries qui lui avaient été concédées; 2° affecter les terrains non bâtis à des constructions élevées en bordure du quai d'Orsay, de l'avenue Rapp et de la rue de l'Université, ainsi que sur une zone située à l'arrière, entre la rue de l'Université et les écuries transformées.

De la sorte, les constructions dessinaient un vaste circuit fermé, avec une cour médiane irrégulière assurant l'éclairage et l'aération. Leur surface atteignait 4,200 mètres carrés, savoir :

Bâtiments neufs à rez-de-chaussée et premier étage, le long du quai d'Orsay, de l'avenue Rapp et de la rue de l'Université : 2,150 mètres carrés;

Bâtiments neufs à rez-de-chaussée, en arrière des précédents, entre la rue de l'Université et les anciennes écuries : 200 mètres carrés;

Anciennes écuries transformées : 1,850 mètres carrés.

M. l'architecte Deglane fut chargé de l'exécution des travaux.

Du côté du quai d'Orsay et sur la moitié environ de leur développement contre l'avenue Rapp, les bâtiments neufs avaient une largeur

de 15 mètres et comportaient deux séries de salles séparées par un couloir médian; au premier étage et sur certains points du rez-de-chaussée, ce couloir médian se doublait d'un second couloir isolant la circulation du personnel de celle du public. Sur la seconde moitié du développement contre l'avenue Rapp, la largeur se réduisait à 9^{m} 50 et il ne restait qu'une série de salles desservies par un couloir contigu à la cour. Enfin, contre la rue de l'Université, la largeur était également de 9^{m} 50; certaines salles occupaient toute cette largeur; pour les autres, il existait un couloir médian.

Les bâtiments neufs, à simple rez-de-chaussée, ne contenaient que des dépendances (magasins, remises, etc.), débouchant sur la cour.

Quant au bâtiment transformé, il présentait suivant son axe longitudinal une vaste salle des pas perdus, encadrée, de part et d'autre, par des bureaux et des salles de réunion.

Le nombre des salles ou compartiments atteignait 140. Voici comment se distribuaient les locaux :

1° Commissariat général : premier étage, à l'angle du quai d'Orsay et de l'avenue Rapp.

2° Direction générale de l'exploitation : premier étage et rez-de-chaussée des bâtiments neufs sur le quai d'Orsay; anciennes écuries transformées.

3° Direction de l'architecture : premier étage sur l'avenue Rapp.

4° Direction de la voirie : rez-de-chaussée sur l'avenue Rapp, près de la rue de l'Université.

5° Direction des finances : rez-de-chaussée sur l'avenue Rapp et premier étage sur la rue de l'Université.

6° Secrétariat général : premier étage sur l'avenue Rapp, entre le Commissariat général et la direction de l'architecture; rez-de-chaussée sur la rue de l'Université, pour le service médical.

7° Contentieux : rez-de-chaussée sur l'avenue Rapp.

Au rez-de-chaussée, sur la rue de l'Université, avaient été réservés des locaux pour la police et les pompiers.

2. *Généralités sur le mode de construction. Décoration extérieure.* — Extrêmement simples, les constructions neuves étaient en pans de bois

avec revêtement en plâtre. Quelques points saillants coupaient la corniche sur l'avenue Rapp et en rompaient la monotonie.

Un procédé spécial de fondation par compression du sol et un système de revêtement des pans de bois par des planches en plâtre ont été expérimentés pour les bâtiments neufs et appellent de brèves indications, parce que le succès de l'expérience a déterminé l'Administration à y recourir ultérieurement dans plusieurs édifices de l'Exposition. Il y a lieu de signaler également le mode de décoration et d'illumination extérieures.

Les points d'appui principaux devaient supporter une charge de 20,000 kilogrammes, environ, et le nombre des puits de fondation n'était pas inférieur à 150. Or, le terrain résistant ne se rencontrait qu'à 7 mètres au-dessous du niveau de la voie publique. L'emploi des procédés ordinaires eût conduit à des dépenses très élevées. Aussi l'Administration crut-elle opportun de tenter, conformément à la proposition de l'architecte, un procédé nouveau et économique, imaginé par M. Dulac. Ce procédé consiste à donner aux terrains compressibles la résistance qui leur fait défaut, en y enchâssant sous l'action de la chute d'un lourd pilon des matériaux incompressibles de petites dimensions.

Aux emplacements fixés pour les puits, M. Dulac a d'abord pratiqué des forages, au moyen d'un pilon en forme de cône renversé, pesant 1,500 kilogrammes. Élevé à 8 ou 10 mètres de hauteur par un treuil, le pilon retombait librement sur le sol et y pénétrait plus ou moins suivant sa consistance : la perforation moyenne réalisée était de 1^{m} 15 au premier coup, 1^{m} 60 au second, 1^{m} 80 au troisième, 1^{m} 90 au quatrième, 2 mètres au cinquième, etc. Ces forages produisaient une première compression énergique du terrain. Les excavations étaient ensuite bourrées d'un béton de mâchefer et de chaux sous le choc d'un pilon conique tombant cette fois, non plus sur la pointe, mais sur la base ; le battage prenait fin lorsque la cote d'arase était atteinte et que l'enfoncement restait inférieur à 0^{m} 10. D'après le marché conclu le 10 mars 1897 avec M. Dulac, chaque puits coûtait 30 francs avec son remplissage, ce qui correspondait à une dépense totale de 4,500 francs.



Phot. Larger

PAVILLON DU COMMISSARIAT GÉNÉRAL

La méthode de M. Dulac a parfaitement réussi; elle trouvait, d'ailleurs, dans le pavillon du Commissariat général un chantier assez important pour couvrir les frais de matériel, notamment ceux des voies nécessaires au déplacement du treuil. Il convient de remarquer que cette méthode, constante en son principe, varie en ses modalités selon la nature du sol.

Des arcs en meulière réunissaient les puits et portaient le soubassement maçonné servant de base à l'ossature en bois.

Habituellement les pans de bois sont hourdés pleins. Pour le pavillon du Commissariat général, l'architecte s'est borné à un double revêtement en planches dites de plâtre, faites au moyen de roseaux noyés dans du plâtre [1]. Ces planches, de largeur variable, présentent des languettes et des rainures comme les planches de menuiserie, se coupent à la scie, se fixent par des clous galvanisés à forte tête, ont une surface rugueuse et peuvent recevoir des enduits.

Le système ainsi appliqué offrait, au point de vue de la protection contre les variations de température, les avantages ordinaires des parois doubles avec matelas d'air interposé. Il allégeait la construction, procurait une pose très rapide et assurait la siccité immédiate des cloisonnements.

Bien que modeste et discret, le pavillon du Commissariat général devait néanmoins présenter un rappel du caractère de fête donné aux bâtiments de l'Exposition et se prêter à un pavoisement ainsi qu'à des illuminations.

Comme je l'ai déjà indiqué, les deux pans coupés, aux angles de l'avenue Rapp avec le quai d'Orsay et la rue de l'Université, avaient été surélevés et surmontés de mâts pouvant recevoir des oriflammes; il en était de même de quelques points intermédiaires sur la même avenue.

Pour égayer un peu les façades extérieures en plâtre sans aucune moulure, l'architecte y avait fait appliquer une peinture décorative

[1] L'alfa, l'étoupe, les poussières de liège peuvent être également utilisés en mélange avec le plâtre.

formant frise de couronnement à l'abri des saillies de la couverture et encadrant les baies du premier étage. Des feuillages et des fleurs faisaient le thème de cette décoration.

L'ornementation picturale se combinait avec des ampoules électriques diversement colorées et convenablement distribuées. Elle concourait à l'effet des illuminations réalisées par ces petits foyers lumineux. Sans être extrêmement difficile, l'installation du dispositif d'illumination avait exigé des précautions pour son isolement et nécessité de la souplesse dans les canalisations qui épousaient les contours du dessin. Les ampoules portaient sur la face hémisphérique intérieure opposée au mur un vernis coloré qui réfléchissait la lumière vers les parties peintes. Dans l'ensemble, le dispositif comprenait 463 ampoules; il a coûté 7,800 francs, soit 17 francs environ par ampoule; la dépense de courant, par séance d'illumination de 3 heures, était de 44 francs.

3. *Chauffage. Eclairage.* — On peut évaluer à 21,000 mètres cubes le volume d'air à chauffer dans le pavillon. Le système adopté a été celui du chauffage par la vapeur à basse pression. Ce système entraînait une dépense de premier établissement assez considérable; mais, en compensation, il évitait de nombreux appareils, tels que cheminées ou poêles, réduisait le service au minimum et diminuait les chances d'incendie.

L'exécution des travaux, l'entretien et le fonctionnement, y compris la fourniture de combustible, ont fait l'objet d'une adjudication. Aux termes du cahier des charges, le chauffage devait durer six mois par an, de 8 heures du matin à 7 heures du soir, avec prolongation pendant la nuit pour les postes de police et de pompiers; la température des bureaux et salles de réunion était fixée à 18 degrés et celle des galeries, dégagements, salles d'attente, escaliers, halls, etc., à 16 degrés. La dépense d'installation a été de 42,800 francs environ; les frais annuels se sont élevés à 4,900 francs.

Tous les locaux étaient éclairés à l'électricité.

Abstraction faite de quelques additions temporaires reconnues indispensables au cours de l'année d'exposition, les services disposaient

de 6 lampes à arc (dont 2 pour la reproduction des plans) et de 746 lampes à incandescence, réparties entre 521 appareils. La canalisation était divisée en six circuits indépendants, ayant chacun leur compteur.

Le secteur de la rive gauche fournissait le courant au prix de 0 fr. 07 l'hectowatt.

Conformément au marché, la canalisation et les lampes devenaient la propriété de l'Administration; au contraire, le tableau de distribution et les appareils n'étaient livrés qu'en location. Dans ces conditions, les dépenses de premier établissement ont été de 18,400 francs environ ; celles de location et d'entretien annuels, de 1,260 francs. Quant au courant, il a coûté en moyenne 31 francs par jour.

4. *Indications diverses. Dépenses.* — Le pavillon devant abriter un nombreux personnel et contenir des archives très importantes, les plus grandes précautions ont été prises contre l'incendie. C'est ainsi que l'Administration a fait ignifuger tous les bois de la charpente, établi onze postes d'eau, distribué partout des grenades d'extinction et demandé une permanence de sapeurs-pompiers.

Une passerelle légère en bois, franchissant la voie publique du quai d'Orsay, et un escalier également en bois mettaient le premier étage du bâtiment en communication avec l'intérieur de l'enceinte[1].

Commencés en mars 1897, les travaux étaient terminés en janvier 1898.

Les principales entreprises se sont réparties de la manière suivante :

Consolidation du sol et fondations : M. Dulac.

Terrassements et maçonnerie : Association ouvrière « Les Maçons de Paris ».

Charpente en bois : M. Haour.

Menuiserie : sociétés ouvrières de « La Menuiserie moderne » et des « Menuisiers de Paris ».

Parquetage : Société coopérative des ouvriers parqueteurs de Paris et société ouvrière « L'Espérance du Bâtiment ».

[1] La passerelle avait 1m 40 de largeur et comportait deux poutres maîtresses reposant chacune sur deux poteaux. Des jambes de force moisaient les poteaux, les poutres et la main courante des garde-corps. La dépense, y compris la peinture, s'est élevée à 4,300 francs.

Couverture, plomberie et zingage : MM. Beau et Bertrand-Taillet.

Peinture et vitrerie : associations d'ouvriers peintres « Le Travail » et « La Mutuelle ».

Ferronnerie, serrurerie et quincaillerie : sociétés ouvrières « L'Avenir du Bâtiment » et « L'Union des ouvriers serruriers ».

Pavage, asphalte, etc. : Société d'ouvriers paveurs de Paris.

Canalisation des eaux-vannes et ménagères : M. Doucède.

Ignifugeage des bois : M. Carré.

Peinture décorative extérieure : M. Risler.

Illuminations extérieures, éclairage intérieur, autres installations électriques Compagnie générale des travaux d'éclairage et de force.

Chauffage par la vapeur : Société Leroy et Cie.

Voici quelles ont été les dépenses, non compris la passerelle de jonction avec l'enceinte :

Terrassements et maçonnerie	127,055^f^	83^c^
Charpente en bois	66,722	73
Menuiserie et parquetage	62,054	00
Couverture et plomberie	23,854	00
Peinture et vitrerie	37,652	71
Serrurerie, quincaillerie	30,304	00
Dépenses diverses	113,031	16
Total	460,674	43

La passerelle a coûté 4,300 francs.

2. Porte des Champs-Élysées. — Cette porte, établie à l'origine de l'avenue Alexandre III sur les Champs-Élysées et construite par M. l'architecte Binet, comprenait : 1° une grande grille à peu près semi-circulaire, tournant sa convexité vers l'avenue nouvelle; 2° à droite et à gauche de cette grille, une porte charretière destinée au passage des voitures officielles, fermée par une grille mobile et flanquée de deux guichets doubles. L'alignement des portes charretières et des guichets suivait une direction parallèle aux Champs-Élysées et se trouvait à 5^m^85 de la bordure du trottoir.

Le tracé de la grande grille présentait un arc médian de 22^m^77 de rayon, ayant son centre à 1^m^25 de la crête du trottoir des Champs-



Phot. A. Liébert

PORTE DES CHAMPS-ÉLYSÉES

Élysées, et deux petits arcs latéraux d'un rayon de $11^{m}60$, ayant leur centre dans l'alignement des portes charretières, à $10^{m}17$ de l'axe. Cette grille était constituée par des panneaux de treillage mécanique en fil de fer, d'une hauteur de 1 mètre et d'une largeur de $0^{m}80$, avec montants en fer forgé. De trois en trois panneaux, des montants plus vigoureux s'encastraient dans un mur de soubassement en maçonnerie de meulière, d'une hauteur de $0^{m}85$ et d'une épaisseur de $0^{m}35$. Les lignes culminantes de la grille s'élevaient à $2^{m}30$ au-dessus du sol.

Formées de 2 vantaux d'une largeur de $4^{m}50$ et d'une hauteur de $2^{m}30$, les portes charretières avaient leur axe à $26^{m}20$ de celui de la grille semi-circulaire.

Chacun des pavillons d'entrée se composait de deux guichets simples, mesurant en plan $2^{m}60$ sur $2^{m}45$ et séparés par un intervalle de $2^{m}10$, dont $1^{m}50$ affecté à deux passages de $0^{m}75$ et $0^{m}60$ réservés à un gardien de la paix. Établis en sapin, les guichets reposaient sur un soubassement en briques; leur hauteur totale était de $3^{m}66$. Les poteaux d'angle contigus aux passages montaient à $9^{m}72$ et les poteaux extérieurs à $7^{m}90$; ils avaient un équarrissage de $0^{m}15 \times 0^{m}15$ et recevaient les drapeaux des puissances étrangères. Des tons de peinture blanc et vert clair recouvraient les bois.

Deux lions couchés, modelés par M. Jouve et montés sur des socles, encadraient chacun des deux ensembles que constituaient les portes charretières et les guichets doubles latéraux. Les lions étaient en staff; les socles, en bois et staff. Ces socles, larges de $1^{m}20$, longs de $2^{m}50$ et hauts de $3^{m}80$, se trouvaient à $14^{m}90$ de l'axe des portes et à $2^{m}25$ de la crête du trottoir; des grilles en quart de cercle d'un rayon de $2^{m}40$, semblables à la grande grille, les reliaient à la masse de la construction. Ils étaient décorés : aux angles supérieurs, de têtes de bélier, réunies par des guirlandes de feuillages; sur les arêtes, de faisceaux; dans le panneau antérieur, d'un écusson avec casque.

Les travaux se sont ainsi répartis : fondations et maçonnerie, M. Loup; grilles et serrurerie, MM. Ducros frères; charpente et menuiserie, M. Lévêque; peinture, M. Métivier; sculpture, M. Jouve; moulages et staffs, M. François; drapeaux, M. Jaccasse.

Au total, la dépense a été de 32,293 fr. 52.

3. Terrasse du quai des Nations[1]. — Comme je l'ai indiqué, en esquissant le plan général de l'Exposition, le quai d'Orsay, entre les ponts des Invalides et de l'Alma, avait été réservé aux palais étrangers : palais de réception et palais d'expositions rétrospectives, artistiques ou spéciales, pour les grands pays; palais d'exposition générale, pour les pays de moindre importance qui ne pouvaient disperser leurs produits dans les emplacements des différents groupes. Méthodiquement distribués, ces édifices formaient deux lignes parallèles à la Seine et séparées par la rue des Nations. La ligne la plus voisine du fleuve se développait sur une vaste terrasse que le Commissariat général avait créée en couvrant la tranchée du chemin de fer des Moulineaux par un tablier en ciment armé et en prolongeant ce tablier, vers le quai bas, par une plate-forme en charpente. Cette terrasse, établie sous la direction de M. l'architecte Ch. A. Gautier, avait 624 mètres de longueur et 32^{m}90 de largeur.

Le tablier en ciment armé, établi dans le système Hennebique, était constitué ainsi qu'il suit. Des poutres d'une hauteur variant de 0^{m}74 en leur milieu à 0^{m}67 aux extrémités et d'une épaisseur de 0^{m}45, normales au chemin de fer et espacées de 5 mètres d'axe en axe, reposaient sur les murs de la tranchée par l'intermédiaire de poteaux en ciment armé, d'une hauteur de 0^{m}25 à 2 mètres, mesurant 0^{m}45 parallèlement à la voie et 0^{m}75 dans la direction perpendiculaire; leur portée entre appuis était de 10^{m}60. Entre ces poutres couraient 4 files de solives, d'une hauteur de 0^{m}25 et d'une épaisseur de 0^{m}15, distantes de 2^{m}45 d'axe en axe et surmontées d'un hourdis général de 0^{m}12, avec dallage supérieur en ciment de 0^{m}025. Latéralement, la tranchée se trouvait close, du sommet de ses murs au hourdis, par des cloisons en ciment armé de 0^{m}11 d'épaisseur, pourvues de châssis d'aération que garnissaient des grilles et grillages protégeant le chemin de fer contre le jet ou la chute d'objets susceptibles de compromettre la sûreté de l'exploitation. Y compris ces cloisons, le tablier avait une largeur totale de 12^{m}30. Le plancher était calculé pour une charge normale de 1,000 kilogrammes par mètre carré; il présentait

[1] M. Ch. A. GAUTIER, architecte. (Même agence que pour les serres du Cours-la-Reine.)

trois trémies d'aération de 10^m38 sur 4^m55 et trente-huit châssis d'éclairage, à verres-dalles, de 1 mètre sur 1 mètre.

Quant à la plate-forme en charpente, elle était portée par le mur nord de la tranchée du chemin de fer et par trois files de poteaux en sapin, d'un équarrissage de $0^m40 \times 0^m40$ et d'une hauteur moyenne de 4^m80. En allant du chemin de fer vers la Seine, l'axe de la première file s'alignait à 4^m95 du cloisonnement, celui de la seconde file à 10^m95 et celui de la troisième à 18^m95 ; transversalement, les rangées de poteaux correspondaient aux poutres du tablier en ciment armé et se succédaient, dès lors, à intervalle de 5 mètres d'axe en axe. Sur les poteaux étaient disposées des poutres en sapin, faisant suite aux poutres en ciment armé de la couverture du chemin de fer, formées de deux moises d'une hauteur de 0^m45 et d'une épaisseur de 0^m20, ayant une longueur de 20^m60 et s'avançant ainsi en encorbellement de 1^m45 au delà du nu des poteaux extrêmes ; ces poutres, soulagées contre le chemin de fer par des consoles métalliques et, de part et d'autre des poteaux, au moyen de contre-fiches, recevaient des madriers de champ, d'un équarrissage de $0^m28 \times 0^m08$, espacés de 0^m40 d'axe en axe, et, par-dessus, un hourdis en ciment armé de 0^m08, recouvert lui-même d'un dallage en ciment de 0^m025. A la limite de la plate-forme, du côté de la Seine, une balustrade en bois, formée de montants et de traverses, couronnait le plancher; des potences extérieures en fer arc-boutaient les montants sur l'extrémité des poutres.

La face extérieure des poteaux les plus rapprochés de la Seine laissait sur la berge basse, contre le fleuve, une zone libre de 7 mètres, qui servait de promenoir et de passage ; cette zone se décomposait en deux bandes, l'une de 1^m45 couverte par l'encorbellement de la plate-forme en charpente, l'autre de 5^m55 entièrement découverte. Une balustrade robuste en bois, avec socle et pilastres en béton aggloméré, surmontait la crête du quai bas ; elle était ornée de motifs décoratifs en staff, de vases et de fleurs. Sous la plate-forme, les substructions des palais, affectées à des restaurants ou à des attractions, devaient laisser, du côté de la berge et à partir du nu intérieur des poteaux les plus proches de la Seine, un espace de 4 mètres qui prolongeait à cou-

vert le promenoir extérieur. Vers le milieu de la distance du pont des Invalides au pont de l'Alma, une estacade de 65 mètres de longueur, avançant dans le fleuve, compensait l'emprise faite sur la promenade par un grand escalier reliant la berge basse à la terrasse haute.

Au niveau de la plate-forme, les palais ou pavillons avaient leur façade à 8 mètres de la face extérieure des poteaux extrêmes, de manière à ménager un promenoir haut vers la Seine. Les commissaires généraux étrangers pouvaient être autorisés à établir des motifs en saillie ou même à avancer les façades jusqu'à la limite de la plate-forme, sous la condition expresse de réserver un passage de 6 mètres largement ouvert du côté du bassin.

Le plateau de ciment armé recouvrant la tranchée était dressé suivant deux pentes légères de part et d'autre de sa ligne médiane. Une faible inclinaison transversale du quai haut vers la Seine régnait dans toute l'étendue de la plate-forme en charpente. Les eaux pluviales de la terrasse s'écoulaient ainsi presque complètement du côté extérieur de la plate-forme. Des tuyaux de descente accolés aux poteaux extrêmes les recueillaient et les conduisaient aux canalisations d'assainissement de la berge basse.

Près du pont des Invalides et du pont de l'Alma, la terrasse se raccordait avec le tablier des passerelles juxtaposées à ces ouvrages.

Six escaliers mettaient en communication la terrasse et la berge basse: 1° deux escaliers comportant chacun deux rampes de 5 mètres d'emmarchement parallèles à la Seine, l'une vers l'amont, l'autre vers l'aval, et disposés en avant de la plate-forme, le premier au milieu du bassin entre les palais de la Grande-Bretagne et de la Belgique, le second à proximité du pont de l'Alma, près des pavillons de la Grèce et de la Serbie; 2° quatre escaliers perpendiculaires à la Seine, dont le premier de 10 mètres d'emmarchement avec balustrade médiane entre les palais de l'Italie et de la Turquie, et les trois autres, de 5 à 6 mètres, entre les palais ou pavillons de l'Autriche et de la Bosnie, de la Norvège et de l'Allemagne, de l'Espagne et de Monaco. Du côté opposé, des perrons rachetaient la surélévation de 0^{m} 60 à 2 mètres que pré-



Phot. J. David

TERRASSE DU QUAI DES NATIONS

Fondations de la plate-forme en charpente

sentait la terrasse par rapport au quai haut; le plus large avait 30 mètres, faisait face à l'avancée en Seine et desservait la place séparant le palais de la Grande-Bretagne du palais de la Belgique. Ces escaliers et ces perrons furent tous construits en bois.

M. Vabre se rendit adjudicataire des travaux en ciment armé. Aux termes du cahier des charges, la couverture du chemin de fer des Moulineaux devait subir trois séries d'épreuves : deux au moyen d'une surcharge uniformément répartie de 1,500 kilogrammes par mètre carré pour l'essai des poutres principales et des solives; une au moyen d'une surcharge de 2,000 kilogrammes par mètre carré sur la moitié de la surface supportée par les pièces de l'ossature soumises à l'expérience. Ces épreuves donnèrent un résultat favorable. La couverture eut, d'ailleurs, à attester, d'une manière plus probante encore, sa résistance pendant la période des installations, qui lui imposèrent des charges énormes et des chocs violents; il ne s'y produisit ni rupture, ni déformation permanente.

L'exécution de la plate-forme en charpente ne présenta d'intérêt qu'au point de vue des fondations. Eu égard au défaut de consistance du terrain, les deux files de poteaux les plus voisines de la Seine furent fondées par le procédé Dulac, suivant un marché de gré à gré conclu avec MM. Dulac, Ducloux et Minuit : ayant déjà mentionné ce procédé spécial à diverses reprises, je n'y insiste pas ici. Tous les poteaux reposaient sur des semelles en béton armé, maintenant la pression sur le sol entre les limites de 1 kilogramme et 2 kilogr. 75.

Chaque commissariat général étranger concessionnaire d'un emplacement de première ligne sur le quai des Nations devait habiller les supports de la plate-forme au droit de cet emplacement. Aussi ne restait-il que fort peu de bois apparents : ces bois étaient peints en gris.

Les entrepreneurs qui ont concouru à l'établissement de la terrasse et que je n'ai pas encore cités sont :

Pour la maçonnerie : MM. Cormier et Cie.
Pour la charpente : MM. Poirier, Auvéty et Cie; MM. Fender et fils.
Pour l'ignifugeage et la peinture : Mme veuve Larcher; M. Hennequin.
Pour les mâts et motifs décoratifs : MM. Jumeau et Jallot.

Au total, les dépenses se sont élevées à 723,680 fr. 83, savoir :

Fondations et maçonnerie	117,210^f 31^c
Ciment armé	330,022 16
Charpente en bois	211,290 86
Ignifugeage et peinture	19,460 00
Décoration	9,897 50
Dépenses diverses	35,800 00
TOTAL	723,680 83

ce qui fait ressortir le prix du mètre carré à 36 fr. 75.

4. Pavillon de la Presse [1]. — 1. *Plan et dispositions générales.* — Le pavillon de la Presse, construit par M. l'architecte Masson-Détourbet, était situé sur le quai d'Orsay, immédiatement en aval du pont de l'Alma et à l'arrière du palais du Mexique. Il se trouvait presque en contact avec le bâtiment de l'Administration, auquel le reliaient un escalier et une passerelle jetée par-dessus la voie publique.

Ce pavillon présentait une surface hors œuvre de 369 mètres carrés et comportait une cave de 50 mètres carrés, un rez-de-chaussée surélevé de 1^m 30, deux étages et une terrasse.

Le rez-de-chaussée se composait de deux parties bien distinctes, quoique communiquant entre elles : une partie affectée à la presse; un bureau des postes et télégraphes, de 92 mètres carrés. De ces deux parties, la première comprenait, en allant du pont de l'Alma vers le pont d'Iéna : un vestibule d'honneur et un grand escalier, accotés d'une loge de concierge et de water-closets avec lavabos; une buvette de dimensions restreintes, avec office; une salle de rédaction de 86 mètres carrés, éclairée par de larges baies et parfaitement appropriée à sa destination; une loggia, contiguë à la buvette et à la salle de rédaction, du côté de la Seine, servant d'annexe à la buvette et constituant un lieu de repos très agréable en même temps qu'un point d'observation fort attrayant de la foule des visiteurs; une salle de dépêches, attenante aux cabines téléphoniques ainsi qu'au bureau des postes et télégraphes.

[1] M. MASSON-DÉTOURBET, architecte. (Inspecteur-vérificateur : M. Termant.)

Ce bureau avait son accès public sur la façade latérale, côté du pont d'Iéna; il était pourvu de water-closets spéciaux.

Deux escaliers de secours en tourelle menaient, concurremment avec l'escalier d'honneur, au premier étage, presque entièrement consacré à une salle des fêtes de 215 mètres carrés, qui pouvait facilement contenir 500 personnes. Cette salle se terminait, vers l'aval, par un petit salon susceptible d'être utilisé, le cas échéant, comme scène ou comme foyer. Aux quatre angles du bâtiment, des terrasses couvertes de feuillage permettaient de voir en plein air et à l'ombre, soit l'avenue de circulation des visiteurs, soit la plate-forme mobile courant à peu près au même niveau, et assuraient par surcroît un refuge provisoire dans l'éventualité d'une panique.

Le deuxième étage desservi par les escaliers en tourelle se répartissait en salles de commission ou de rédaction, cabinets de travail, vestiaires, salles de toilette, water-closet et lavabo, avec grand couloir central.

Enfin la terrasse, de 237 mètres carrés, accessible par deux escaliers en tourelle et par un ascenseur, couronnait l'édifice. Des plantes grimpantes et des plantes vertes l'ornaient et l'ombrageaient; ses deux extrémités étaient couvertes de vastes tentes.

2. *Généralités sur le mode de construction. Aspect général. Décoration extérieure et intérieure.* — Le pavillon de la Presse avait toute son ossature en bois apparent. Cette charpente et un revêtement en simili-céramique fournissaient le thème de la décoration extérieure.

Au point de vue de sa silhouette, le bâtiment comprenait un corps principal et deux corps latéraux plus bas, le premier du côté du pont de l'Alma, le second du côté du pont d'Iéna.

Le corps principal, correspondant à la salle des fêtes, était flanqué de huit pylônes, faits chacun de quatre poteaux de bois. Ces poteaux, montant de front, dépassaient la terrasse; des motifs en demi-cercle les reliaient au sommet; le cloisonnement en briques fermant leurs intervalles portait un revêtement en staff, qui imitait des plumes de paon en céramique. Entre les pylônes, les façades n'avaient de plein que les poteaux et les colonnettes en bois tourné nécessaires pour la

construction. Une élégante balustrade en bois tourné encadrait la terrasse. Des belvédères à jour surmontaient les escaliers en tourelle. L'architecte s'était arrêté à la couleur jaune verdâtre pour les bois et au blanc pour l'imitation de céramique; toutefois un ton jaune rehaussait légèrement les plumes de paon, dont l'œil en verre chenillé jaune et étamé offrait un certain miroitement.

Quant aux corps extrêmes, traités dans le même esprit que le corps principal, ils se terminaient par des dômes également en imitation de céramique, avec décor de plumes de paon polychromées comme celles des façades longitudinales. De chaque côté des portes, sur les façades latérales, étaient des panneaux décoratifs qui symbolisaient un lâcher de pigeons voyageurs par la presse, sous les traits d'une jeune femme, et qu'avait sculptés M. Madeline.

A l'intérieur, la charpente concourait largement à l'ornementation. Tel était le cas de la salle des fêtes avec ses fermes apparentes, composées de poutres, de jambes de force spéciales et de potelets tournés en forme de balustres.

Plusieurs toiles décoraient les murs. Au seuil du pavillon, dans le vestibule d'honneur, se trouvait une toile en haut relief, allégorie du temps et des heures, due à un procédé spécial de M. Barbin. Dans la salle des fêtes, le même artiste avait fait des panneaux décoratifs consacrés aux types de diverses nations d'Orient et d'Occident, ainsi que deux toiles d'extrémité couvrant toute la largeur du bâtiment : de ces deux toiles, la plus intéressante, située au-dessus du petit salon et opposée à l'entrée, figurait la presse sous la forme d'une femme paraissant dominer le monde et recevoir les informations des différentes contrées à l'aide des derniers moyens scientifiques de communication.

Deux fresques de MM. Fichefet et Toussaint ornaient aussi la loggia du rez-de-chaussée. L'une représentait une femme personnifiant la littérature et la pensée; l'autre consistait en une vue de Paris.

Parmi les artistes qui ont contribué à la décoration, il y a lieu de mentionner encore M. Meurein, Mlle Nay de Mézence et Mlle Membrée.

3. *Indications diverses sur les travaux. Dépenses.* — Eu égard à la légèreté relative du bâtiment et à la nature du sol, les fondations ont



Phot. Larger

PAVILLON DE LA PRESSE
(Quai d'Orsay)

été extrêmement simples. Sauf au droit de la cave, leur profondeur ne dépassait pas 0^m 60. Elles étaient en béton avec mortier de ciment et maçonnerie de meulière.

La charpente n'appelle pas d'explications autres que celles qui ont été données à propos du mode général de construction et de la décoration.

Il en est de même du garnissage entre les poteaux.

Pour les quatre petites terrasses du premier étage et la grande terrasse de couronnement, M. Masson-Détourbet avait employé le ciment armé. La face inférieure du ciment, enduite d'un lait de chaux assez épais, offrait un aspect très suffisant.

La menuiserie était réduite au strict minimum : dans la salle des fêtes, un haut soubassement arrêté par une cimaise et une série de petits panneaux carrés formant faux lambris; partout ailleurs, des baguettes de calfeutrement et des plinthes. Toutes les portes et croisées avaient été établies en bois blanc.

Une peinture à deux couches avec impression couvrait l'ensemble du bâtiment. Les vitres étaient de troisième choix.

Les panneaux de staff de 1^m 50 de hauteur minimum, représentant des plumes de paon, se clouaient directement sur le mur.

Ces travaux ont fait l'objet de marchés forfaitaires, conclus à la suite d'adjudications restreintes, quand ils avaient quelque importance. Ils se sont répartis ainsi :

Terrassements et maçonnerie : M. Vabre.
Charpente et grosse menuiserie : Société des ouvriers charpentiers de La Villette.
Couverture des terrasses en ciment armé : MM. Grondel et Cie.
Menuiserie et parquets : Société des ouvriers charpentiers de La Villette, puis association d'ouvriers menuisiers « L'Espérance du bâtiment ».
Peinture et vitrerie : M. Cotton.
Staff : Association coopérative des Neuf.

Il y a lieu de mentionner encore les travaux ou fournitures ci-après :

Plomberie (M. Soulé).
Serrurerie (Union des ouvriers serruriers).
Ignifugeage des bois (M. Carré).

Ascenseur (M. Edoux).
Canalisation souterraine (M. Doucède).
Canalisation d'eau (MM. Flicoteaux et Cie).
Appareillage électrique (MM. Mijois et Cie).
Ameublement, tapisseries, drapeaux, papier de tenture, etc. (Divers).

Les dépenses ont été les suivantes :

Terrassements et maçonnerie	32,924f 00c
Charpente en bois	31,770 00
Menuiserie et parquetage	16,767 00
Couverture et plomberie	4,600 00
Peinture et vitrerie	17,170 00
Serrurerie	10,184 00
Décoration	12,300 00
Dépenses diverses	22,774 41
TOTAL	148,489 41

ce qui fait ressortir le prix du mètre carré couvert à 402 fr. 40, celui du mètre carré de plancher à 117 fr. 85 et celui du mètre cube abrité à 26 fr. 08.

5. Pavillon des Chambres de commerce maritimes[1]. — Le pavillon destiné à recevoir les plans, perspectives, modèles en relief des principaux ports de commerce, ainsi que les documents statistiques relatifs au trafic de ces ports, a été construit aux frais des chambres de commerce intéressées : Bayonne, Bordeaux, Boulogne, Caen, Calais, Cette, Cherbourg, Dieppe, Dunkerque, Fécamp, Granville, Honfleur, La Rochelle, Le Havre, Marseille, Nantes et Rouen. Deux arrêtés du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, en date des 3 août et 21 octobre 1899, avaient fixé à 53,000 francs le concours de ces établissements.

Élevé sur le quai Debilly, en face de la rue de Magdebourg, par M. l'architecte Lucien Roy, le pavillon comprenait une salle unique d'exposition, précédée d'un vestibule qui donnait également accès à

[1] M. LUCIEN ROY, architecte. (Sous-inspecteur : M. Davi.)

une petite salle de réunion pour les membres du comité des chambres de commerce. La salle d'exposition mesurait intérieurement 52^m60 de longueur sur 12^m10 de largeur. Dans l'ensemble, la construction couvrait 680 mètres carrés.

Une surface murale aussi étendue que possible était nécessaire à l'exposition des tableaux peints, des dessins, des graphiques, des tableaux statistiques. Aussi l'architecte prit-il le parti d'éclairer exclusivement la grande salle par le comble.

L'édifice était entièrement en charpente de bois recouverte de staff.

Son ossature avait pour élément essentiel une série de fermes d'un type courant, espacées normalement de 6^m80 environ, reposant sur des massifs de maçonnerie et arrivant, du côté de la Seine, à l'aplomb du mur de quai. Le plancher était surélevé de 1^m50 au-dessus du sol. Entre les poteaux de deux fermes consécutives et à mi-distance s'intercalait un poteau auxiliaire de $0^m20 \times 0^m20$, relié aux précédents par des croix de Saint-André et des traverses horizontales; les poteaux des fermes et les poteaux intermédiaires se trouvaient réunis dans le sens transversal au moyen de moises sous plancher. Des planches ou tournisses présentées de champ constituaient le remplissage auquel devait s'adapter le staff. Les solives consistaient en bastings de $0^m65 \times 0^m17$ posés transversalement sur trois chevalements longitudinaux.

La couverture était en tuiles de zinc sur voligeage non jointif audessus des salles et sur voligeage jointif pour les auvents du toit.

Eu égard à la modicité du crédit et à la disposition même de la salle, l'ornementation extérieure a été forcément restreinte.

Pour les façades regardant la Seine et le palais du Trocadéro, M. Roy avait laissé apparents des contreforts en charpente, étrésillonnant le pavillon dans le sens transversal, au droit des fermes. Ces contreforts se prolongeaient au delà des sablières par des mâts porte-oriflamme, que reliait une décoration de cadres moulurés en bois, avec les noms des ports. L'auvent du toit reposait sur des consoles, au-dessous desquelles se développait une frise de cadres en staff également consacrés aux noms des ports maritimes. Vers la Seine, un balcon d'un mètre de saillie et de 13^m50 de longueur se détachait au milieu

de la façade et s'accusait en contre-haut du faîtage par des motifs de crête; la façade opposée comportait un balcon analogue, sur lequel avait été installé le poste d'incendie.

La façade d'entrée (pignon d'amont) était complètement décorée en staff. Un vaste perron conduisait à une très grande baie, divisée en trois parties par une décoration en charpente. Sur la salle d'angle contiguë au vestibule et réservée aux séances du comité, se dressaient une tourelle et un sémaphore. Le pignon d'aval, extrêmement simple, comportait une entrée secondaire.

A l'intérieur de la grande salle, un velum décoré, tendu sur toute la surface en plafond, tamisait la lumière reçue du lanterneau et cachait la charpente du comble. Sous ce velum, au sommet des murs, courait une frise peinte, composée par M. Onillon.

Deux tons avaient été adoptés pour la coloration des façades : violet très clair sur les staffs; bleu sur les bois apparents. Intérieurement, les murs étaient peints à la colle en rouge brun.

Les travaux ont fait l'objet de marchés forfaitaires, conclus presque tous par voie d'adjudication, et se sont ainsi répartis :

Terrasse et maçonnerie : Société ouvrière « Les Maçons de la Seine ».
Charpente et menuiserie : Société d'ouvriers charpentiers « La Batignollaise ».
Serrurerie : Société ouvrière « l'Union des ouvriers serruriers ».
Zinguerie : M. Monduit fils.
Peinture et vitrerie : Association d'ouvriers peintres « La Laborieuse ».
Sculpture et staff : MM. Bouet et Cie.

Dans l'ensemble, les dépenses se sont élevées à 50,898 fr. 31, savoir :

Terrassements et maçonnerie	9,850f 00c
Charpente et menuiserie	20,332 53
Serrurerie	2,625 25
Zinguerie	3,661 61
Peinture et vitrerie	6,666 87
Sculpture et staff	4,670 00
Dépenses diverses	3,092 05
Total	50,898 31

Ainsi, le prix du mètre carré couvert ressort à 74 fr. 35 et celui du mètre cube abrité à 7 fr. 95.

6. Bâtiments du groupe de la colonisation[1]. — 1. *Dispositions générales.* — Primitivement, le groupe de la colonisation devait être aménagé dans un bâtiment unique dit «palais de la Colonisation». Malgré les dimensions qui lui étaient assignées, ce bâtiment parut trop exigu et les dispositions suivantes furent définitivement arrêtées d'accord avec M. Le Myre de Vilers, président du groupe.

La classe 113 (procédés de colonisation) et la classe 115 (produits spéciaux destinés à l'exportation dans les colonies) prirent place dans le portique établi le long des ailes du palais du Trocadéro, vers le parc. A cet effet, les entre-colonnements du portique reçurent une clôture en vitrage; M. Bourdais, architecte du palais, exécuta le travail au moyen d'un crédit prélevé sur le budget de l'Exposition (33,896 francs).

En outre, la classe 113 disposa, pour les missions catholiques, d'un pavillon dont l'Administration ne paya que le soubassement et qui fut, pour le surplus, édifié par les exposants (M. de Montarnal, architecte). Ce pavillon se trouvait le long de la rue de Magdebourg, à proximité de l'avenue d'Iéna.

Outre ses espaces dans la galerie du palais, la classe 115 avait deux pavillons, dont l'un plus spécialement affecté à des collectivités. Ce dernier faisait immédiatement suite à celui des Missions; l'autre était près de l'aile est du palais, du côté de la rue de Magdebourg.

Quant à la classe 114 (matériel colonial), elle fut installée dans un long hangar que l'Administration édifia contre l'avenue du Trocadéro. Deux abris élevés l'un par le Commissariat général, l'autre par les exposants, prolongeaient ce hangar vers la rue de Magdebourg et vers la place du Trocadéro.

2. *Hangars de la classe 114.* — La galerie-hangar de la classe 114

[1] M. J. DEPERTHES, architecte. (Inspecteur : M. Simon. — Vérificateur : M. Taillade.)

avait 60 mètres de longueur, 5^{m} 65 de largeur et 4 mètres de hauteur moyenne. Elle était faite en pans de bois et se divisait en travées dont les limites correspondaient aux arbres conservés à l'avant de la façade. Du côté de l'avenue du Trocadéro, un remplissage en carreaux de plâtre garnissait le pan de bois. Sur le jardin, les travées se présentaient alternativement vitrées et ouvertes. Un grand vitrage occupait la moitié de la couverture, dont la seconde moitié était en zinc. Du bois découpé peint et des peintures décoratives constituaient une ornementation satisfaisante. Aux baies ouvertes avaient été adaptées des toiles imperméables fournies par les exposants. Intérieurement, le sol était revêtu d'un plancher en sapin, qui comportait des marches rachetant la pente de l'avenue du Trocadéro. Cette construction a été exécutée par M. Le Cœur, entrepreneur, moyennant un prix de 26,751 fr. 87.

Plus simples encore, les abris longs chacun de 25 mètres et larges de 5^{m} 65, qui prolongeaient le hangar principal vers la rue de Magdebourg et vers la place du Trocadéro, étaient constitués par des fermes économiques du système Pombla, une couverture en carton bitumé, une cloison de fond en carreaux de plâtre et un plancher en sapin. M. Pombla a établi l'un de ces abris pour le compte de l'Administration, au prix de 1,920 francs.

3. *Pavillons de la classe 115.* — Le pavillon des Collectivités présentait une longueur de 20 mètres et une largeur de 14^{m} 50; il communiquait de plain-pied avec le pavillon des Missions par une porte de grandes dimensions.

Ce bâtiment comportait une charpente en bois, un revêtement extérieur en planches de plâtre et une couverture en tuiles de zinc peintes au ripolin. Un dôme central et quatre petits dômes d'angle ornaient la toiture. De larges zones vitrées en verre strié assuraient l'éclairage de la galerie. Une partie du sous-sol avait été aménagée pour servir de salon au comité.

Intérieurement, le bois restait apparent et fournissait une décoration suffisante.

Extérieurement, les planches de plâtre, recouvertes d'un enduit,

portaient des voligeages figurant un pan de bois. Les saillies de la toiture étaient soutenues par des consoles courbes. Autour du chambranle en plâtre de la porte principale, l'architecte avait fait peindre une chute de fruits et de feuillages des colonies; un écusson également peint au-dessus de cette porte et entouré d'arabesques contenait une inscription relative à l'affectation du bâtiment; de part et d'autre, se développaient deux frises dues au pinceau de M. J.-J. Rousseau et représentant, l'une *la France favorisant le commerce colonial*, l'autre *les Colonies apportant leurs produits à la métropole*.

Le second pavillon de la classe 115 avait 20 mètres de longueur et 12 mètres de largeur. Il était conçu suivant les mêmes principes que celui des Collectivités : charpente apparente à l'intérieur; pans de bois et voliges appliquées sur un enduit extérieur; toiture en tuiles de zinc peintes; frise décorative. Mais il offrait beaucoup plus de simplicité.

Dans le sous-sol, un exposant avait organisé un laboratoire de photographie.

Ces deux pavillons ont été exécutés, sous la direction de M. l'architecte Deperthes, par les entrepreneurs suivants :

Terrasse et maçonnerie : Association ouvrière des maçons de Paris.
Charpente et menuiserie : Société ouvrière des charpentiers de La Villette.
Parquetage : M. Pombla.
Couverture et plomberie : M. Monduit fils.
Serrurerie : M. Audois.
Peinture et vitrerie : Société ouvrière « La Mutuelle ».
Fourniture de glaces : Société des manufactures de glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.
Branchements : MM. Pérignon et Vinet.

Ils ont coûté 105,576 fr. 45, y compris les frais d'agence.

7. Kiosques à musique. — L'Administration a fait établir sept

kiosques à musique, indépendamment de celui qui faisait corps avec la serre secondaire du Cours-la-Reine et qui a été précédemment décrit : un près du grand palais des Champs-Élysées; deux sur l'Esplanade des Invalides; quatre dans les jardins du Champ de Mars.

De ces sept kiosques, le premier, situé à l'emplacement de l'ancien jardin de Paris, était sur plan carré de 8 mètres de côté, avec angles abattus. Sa charpente en bois verni, décorée d'ornements en fer plat genre moderne, reposait sur quatre fortes gaines et portait une couverture en vieilles tuiles; les musiciens y accédaient par un escalier en bois, pourvu de rampes en fer et bois. MM. Genissieu et Cie l'établirent à forfait au prix de 7,500 francs. Le sous-sol fut utilisé comme resserre.

Les deux kiosques de l'Esplanade et les deux kiosques du Champ de Mars, voisins du Château d'eau, présentaient une forme octogonale et avaient 8 mètres de diamètre. Au point de vue de la construction, ils offraient beaucoup d'analogie avec celui des Champs-Élysées; toutefois, leur couverture était en zinc. Ceux des Invalides furent exécutés par M. Latapie, moyennant 15,000 francs, et ceux du Château d'eau par MM. X. Fender et fils, moyennant 16,000 francs.

Enfin les deux kiosques du Champ de Mars, placés l'un contre le palais de l'Enseignement, l'autre contre le palais des Mines et de la Métallurgie, avaient été construits en bois rustique sur soubassement en rochers, d'après les plans du jardinier en chef, et fournis en location, au prix de 3,000 francs chacun, par deux exposants : M. Carré et la Société des clôtures et plantations pour chemins de fer. Des filets d'eau formant cascades, des plantes de rocaille et des plantes grimpantes agrémentaient ces gracieux édicules.

Pour l'ensemble des kiosques à musique, les dépenses diverses se sont élevées à 2,000 francs.

8. Pavillons de la manutention, de la douane, des contributions indirectes et de l'octroi. — Ces pavillons, d'ordre secondaire, ne pouvaient avoir aucune prétention architecturale. Il suffira de les



Phot. Vacherot



Phot. Ar. Guérinet

KIOSQUES A MUSIQUE
(Champ de Mars)

énumérer en un tableau, sans consacrer à chacun d'eux une notice spéciale :

EMPLACEMENT.	AFFECTATION.	DISPOSITIONS GÉNÉRALES.	SURFACE.	DÉPENSE. TOTALE.	DÉPENSE. PAR MÈTRE CARRÉ.
			m. q.	fr. c.	francs.
Champs-Élysées, près du petit Palais.	Octroi.......	Charpente apparente; panneaux recouverts de treillage. — Une pièce, une petite cuisine et un water-closet, à rez-de-chaussée.	25	5,157 36	206
Esplanade des Invalides, côté de la rue Fabert, près de la gare.	Manutention, douane, octroi.	Pan de bois avec revêtement de plâtre et couverture en papier. — Simple rez-de-chaussée. — Quatre pièces disposées de part et d'autre d'un couloir central.	315	23,572 23	75
Quai d'Orsay, en aval du pont des Invalides.	Contributions indirectes.	Charpente, pans de bois, revêtement en frises, couverture en zinc. — Six pièces à rez-de-chaussée (salle d'attente, cabinet du directeur général, pièce pour le personnel des tabacs étrangers, pièce pour le directeur départemental et les inspecteurs, bureau des essais, bureau de la garantie)....	200	21,100 00	70
Trocadéro, près de la rue de Magdebourg.	Manutention (service).	Bâtiment fourni en location par la Société française de constructions portatives et transformables............	30	1,000 00	33
	Manutention (entreprise).	Pavillon en bois fourni par les entrepreneurs de la manutention	18	″	″
	Douane.....	Pavillon en bois loué entièrement meublé.	24	2,000 00	83
	Octroi.......	Pavillon mis à la disposition de l'Administration par un exposant (Standard Paint C° de New-York)............	″	913 72	″
Berge de rive gauche de la Seine, en aval du pont d'Iéna.	Octroi.......	Pan de bois et revêtement en plâtre. — Élevé sur la berge au-dessus du niveau des hautes eaux. — Trois pièces, une cuisine et un water-closet, desservi par l'égout pneumatique de la berge.........................	54	8,374 00	155
Champ de Mars, contre l'avenue de La Bourdonnais.	Contributions indirectes et octroi.	Simples aménagements dans l'ancien bâtiment de l'Administration portant le n° 22 de l'avenue de La Bourdonnais.	″	8,497 00	″
Champ de Mars, à proximité de la gare de l'Ouest.	Manutention, douane, octroi.	Pan de bois avec revêtement en plâtre et décor peint. — Rez-de-chaussée affecté à la douane et à l'octroi; étage affecté à la manutention. — Au rez-de-chaussée, 9 pièces et un water-closet répartis de part et d'autre d'un couloir central; à l'étage, 8 pièces et un water-closet distribués également à droite et à gauche d'un couloir.....	490	74,512 73	153

Seul, le dernier pavillon présentait quelque importance par son étendue et les dépenses de sa construction.

Les travaux ont été exécutés par les entrepreneurs suivants, sous la direction de M. J. Deperthes, architecte :

Terrassements et maçonnerie : Association ouvrière « Les Maçons de Paris ».

Charpente : Société des ouvriers charpentiers de La Villette.

Menuiserie : Association ouvrière « L'Espérance du Bâtiment ».
Couverture et plomberie : Association ouvrière « L'Avenir ».
Peinture et vitrerie : MM. Maire et Delassue.
Serrurerie : M. Audois.
Fumisterie : M. Remy.

Pour les autres pavillons, les études et l'exécution se sont réparties entre MM. Sortais et Dulong, architectes.

9. Guichets d'entrée[1]. — Des abris avaient été établis aux entrées pour les agents préposés à l'oblitération et à l'encaissement des tickets, ainsi qu'au contrôle des cartes. Ces abris consistaient en de petits kiosques ou chalets en bois de sapin, élevés sur un soubassement en maçonnerie de moellons et ciment. Ils avaient 2^m 90 de longueur perpendiculairement à la clôture, 2^m 55 de largeur et 4^m 20 de hauteur au faîtage.

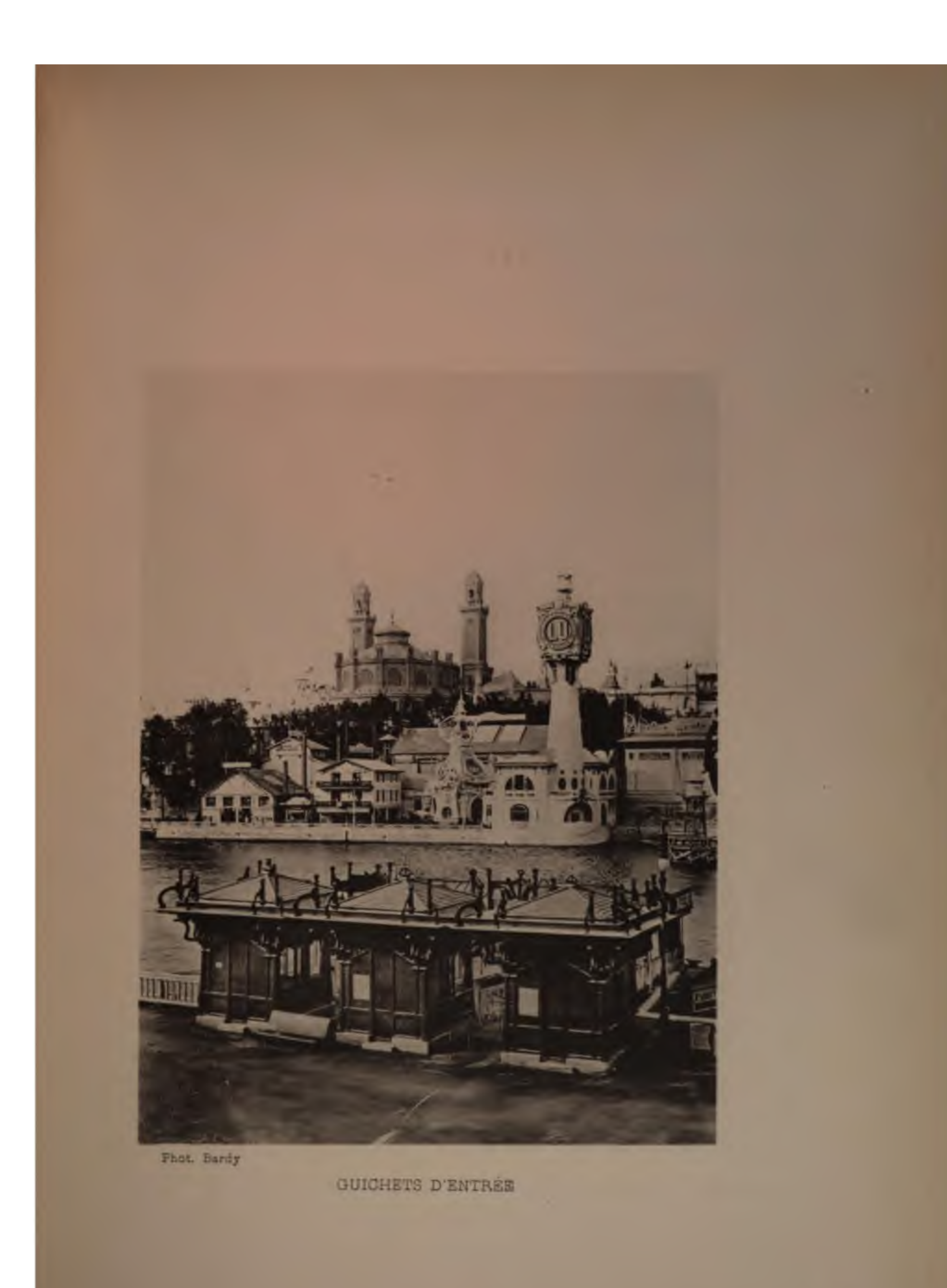
L'ossature de leurs parois, formée de poteaux et de traverses, recevait un remplissage en frises avec baguettes sur les joints. Elle était surmontée d'un comble à quatre arêtiers et à poinçon central, que couvraient des tuiles de bois posées en écailles.

Aux quatre angles, des motifs faits de consoles et de poinçons en bois chantourné ornaient la construction et soutenaient un auvent de 1 mètre de saillie. Un chéneau en zinc, dissimulé derrière l'auvent, recueillait les eaux pluviales.

Malgré leur simplicité, les kiosques présentaient un aspect pittoresque et annonçaient bien, à distance, les entrées qu'ils desservaient.

Intérieurement, ils étaient parquetés en sapin sur lambourdes et comportaient un faux plancher supérieur. Une cloison pleine, parallèle à la clôture, les divisait en deux compartiments indépendants l'un de l'autre et pourvus chacun d'un accès distinct : le premier de ces compartiments abritait l'agent oblitérateur; dans le second, se tenait l'agent préposé à l'encaissement des tickets. Le long du passage d'entrée, régnait une tablette de service, mi-intérieure et mi-extérieure.

[1] M. TRONCHET, architecte, sauf pour des guichets spéciaux.



Phot. Bardy

GUICHETS D'ENTRÉE

Parfois, les kiosques, encadrés de deux couloirs, servaient sur leurs deux faces au contrôle des entrées.

A moins que l'emplacement ne s'y opposât ou que l'importance de la porte ne fût minime, les kiosques étaient accouplés deux à deux, avec couloir intermédiaire de deux mètres. Un arceau et un fronton en bois découpé et chantourné reliaient, à leur partie supérieure, les édicules ainsi jumelés; l'arceau portait un médaillon pour l'inscription du numéro de la porte. Les courants de circulation devant les deux guichets se trouvaient séparés par un garde-fou métallique, qui avait la forme d'un fer à cheval et fournissait une zone morte affectée au représentant de la police (gardien de la paix ou garde républicain).

Souvent, aux entrées principales, les groupes de deux kiosques étaient eux-mêmes associés et placés à 2 mètres de distance l'un de l'autre. Les kiosques médians servaient alors sur leurs deux faces; chacun de leurs compartiments abritait deux agents.

Tous les bois avaient reçu, à l'intérieur, une couche d'huile et, à l'extérieur, une couche d'huile teintée, puis une couche de vernis. Ils étaient ignifugés.

Des grilles légères en fer torse assuraient la fermeture de l'enceinte pendant la nuit et se repliaient pendant le jour.

M. Martin s'était rendu adjudicataire de la fourniture des kiosques en location, moyennant un prix forfaitaire de 3,830 francs environ par kiosque double et de 1,870 francs par kiosque simple.

Pour l'enceinte urbaine, il fut établi, sur le type qui vient d'être décrit, 53 kiosques doubles et 13 kiosques simples, fournissant 137 guichets. A ces guichets de modèle courant, s'ajoutaient 51 guichets spéciaux : 32, porte de la Concorde; 8, à l'origine de l'avenue Alexandre III sur les Champs-Élysées; 2, de part et d'autre du porche donnant accès au grand Palais par l'avenue d'Antin; 2, dans la gare des Invalides; 2, près des attractions installées dans les quinconces de l'Esplanade, côté Constantine; 1, contre l'Andalousie au temps des Maures, à l'extrémité aval du Trocadéro; 4 desservant le village Suisse.

10. Pavillons ou postes du service médical. — 1. *Champs-*

Elysées. — Comme je l'indiquerai avec plus de détails dans le chapitre du service médical, ce service avait quatre postes à Paris : aux Champs-Élysées, à l'Esplanade des Invalides, au Trocadéro et au Champ de Mars.

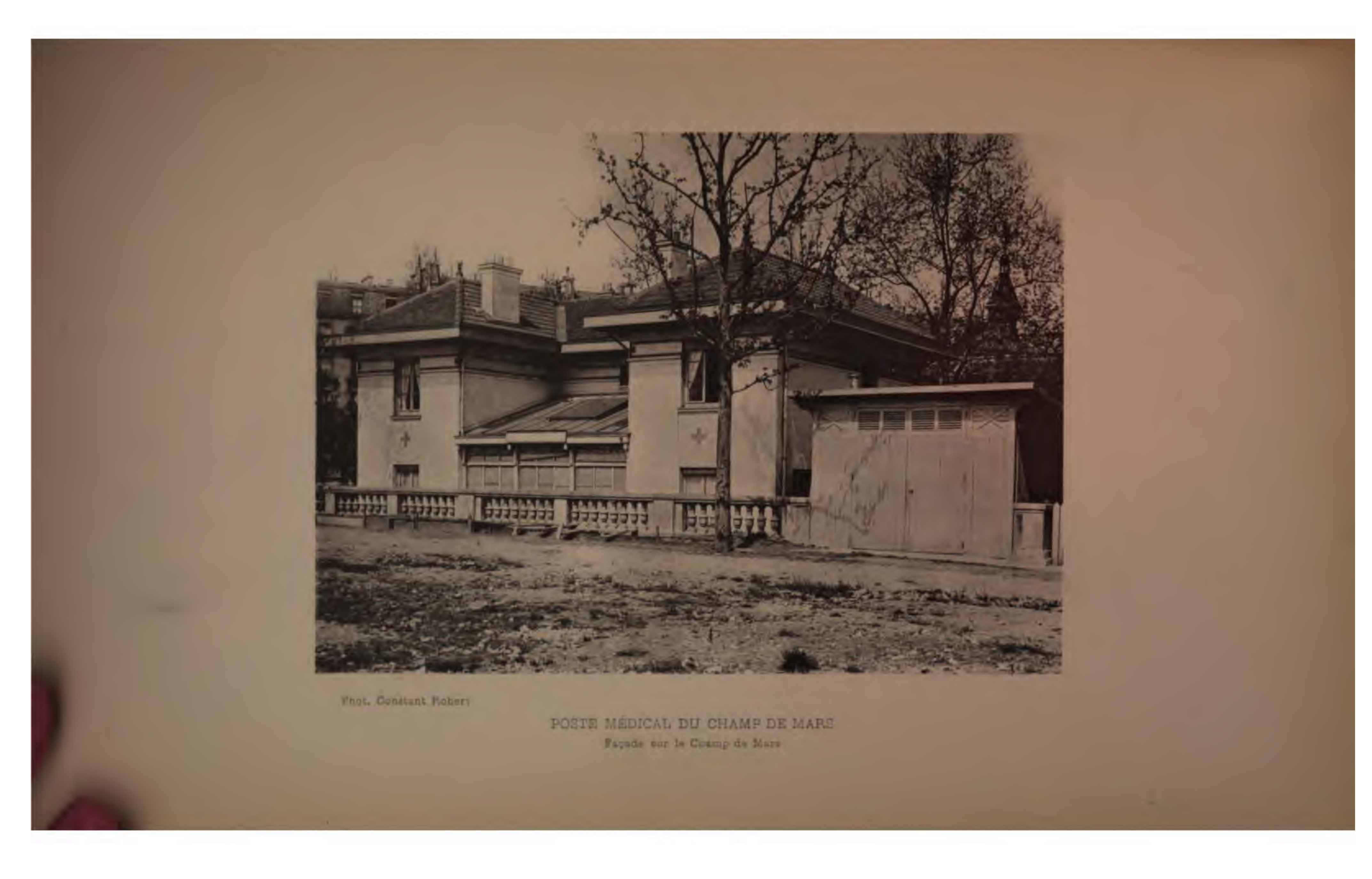
Le poste des Champs-Élysées fut d'abord installé, dans les premiers jours de janvier 1897, au rez-de-chaussée du palais de l'Industrie. Il y occupait trois pièces (salle de pansement, cabinet du médecin, pièce pour les internes) prélevées sur le pavillon nord-ouest, qui ne devait être démoli qu'en décembre 1899 et janvier 1900. Une remise dépendant du même pavillon abritait la voiture d'ambulance.

A la fin de novembre 1899, un nouveau local put être aménagé dans le soubassement du grand Palais contre la façade postérieure, côté Seine. Ce local comprenait une série de pièces en enfilade (salle d'attente, cabinet du médecin, salle d'opérations, chambres des internes, chambre de l'infirmier) desservies par un couloir unique, chauffées au moyen d'un calorifère spécial et éclairées à l'électricité. Les dépenses s'élevèrent à 15,705 fr. 90.

2. *Esplanade des Invalides.* — Au début, le poste médical de l'Esplanade des Invalides fut établi provisoirement sous les quinconces, près des rues Fabert et de l'Université, dans un chalet portatif que fournirent MM. Jumeau et Jallot. Cette installation dura d'août 1898 à avril 1900.

Le pavillon définitif, d'une superficie de 145 mètres carrés, prit place au-dessus du chemin de fer des Moulineaux, vers l'angle de la rue Fabert et du quai d'Orsay. D'assez longs pourparlers durent avoir lieu avec la compagnie de l'Ouest; les travaux ne furent, par suite, commencés qu'en novembre 1899 ; toutefois, la simplicité de la construction permit de livrer le poste au commencement d'avril.

A rez-de-chaussée, le bâtiment présentait une salle d'attente, une salle de pansement, un cabinet de médecin, un dépôt de médicaments, une écurie-remise et des dépendances; l'entrée principale faisait face à la gare des Invalides. L'étage comprenait quatre chambres à coucher pour le personnel, deux cuisines et des annexes; il ne



Phot. Constant Robert

POSTE MÉDICAL DU CHAMP DE MARS

Façade sur le Champ de Mars

couvrait qu'une partie du pavillon, la salle de pansement ayant un comble spécial avec lanterneau d'éclairage; deux escaliers y conduisaient, l'un réservé aux internes, l'autre secondaire affecté à l'infirmier et au cocher de la voiture d'ambulance.

Le pavillon devait être très léger, par suite de sa situation sur un tablier métallique. Aussi l'Administration eut-elle recours à des pans de bois, avec revêtement d'une épaisseur moyenne de $0^{m}025$ en plâtre armé d'un filet de chanvre. Une plate-forme, faite de longrines et de traverses, recevait les poteaux de l'ossature. La couverture était en zinc.

Sans être aussi perfectionné qu'au poste du Champ de Mars, dont la description sera donnée plus loin, l'aménagement intérieur offrait néanmoins toutes les garanties hygiéniques désirables. L'éclairage avait lieu à l'électricité; des poêles et des cheminées assuraient le chauffage.

La construction a coûté 36,396 fr. 16, soit 251 francs par mètre carré. (Architecte : M. Varcollier. — Entrepreneurs : les Maçons de la Seine, les Charpentiers de Paris, l'Avenir, la Menuiserie moderne, l'Avenir du Bâtiment, le Travail.)

3. *Trocadéro.* — Beaucoup plus modeste que le précédent, le poste médical du Trocadéro consistait en un petit pavillon de $7^{m}50$ sur 5 mètres, placé vers l'angle de l'avenue du Trocadéro et de la rue de Magdebourg.

Ce pavillon, sans étage, comprenait une salle d'attente, une salle de pansement, un cabinet de médecin, une pièce pour internes et infirmiers, ainsi que des dépendances. Ses parois étaient faites d'une charpente légère de bois, avec revêtement en fibrocortchoina; du papier vulcanisé formait la couverture.

La dépense a été de 11,876 fr. 32, soit 317 francs par mètre carré. (Architecte : M. Dulong. — Entrepreneurs : M. Martin, MM. Guéneau frères et les Charpentiers de Paris.)

4. *Champ de Mars.* — Deux installations provisoires furent successivement affectées au poste médical du Champ de Mars : la première,

dans des locaux de la galerie des Machines, en bordure de l'avenue de La Motte-Picquet; la seconde, dans l'un des anciens bâtiments de 1878 contigus à l'avenue de La Bourdonnais.

L'Administration remplaça les installations provisoires par un poste définitif situé contre cette dernière avenue, non loin de la porte Rapp, et offrant une superficie de 153 mètres carrés.

Élevé de quatre marches au-dessus du trottoir de l'avenue, le rez-de-chaussée présentait une salle d'attente principale, une salle d'opérations à plafond vitré, un cabinet de médecin, un dépôt de pharmacie, une salle mortuaire (heureusement peu utilisée), un local primitivement destiné à une écurie et transformé en salle d'attente secondaire.

A l'étage se trouvaient sept pièces, dont quatre chambres, deux cuisines et une salle de débarras, pour les internes, l'infirmier et le cocher de la voiture d'ambulance. Le logement de l'infirmier et celui du cocher avaient un petit escalier spécial.

La grande salle d'attente et la salle d'opérations comportaient un dallage uni en ciment, avec écoulement d'eau; leurs parois étaient enduites d'une peinture vernissée, supportant le lavage. Dans la salle de pansement, la partie basse des murs avait été garnie, sur 1^{m}50 de hauteur, d'un revêtement en verre opalisé.

Au-dessous du rez-de-chaussée, les murs étaient en maçonnerie de moellons. L'architecte avait eu recours à la brique enduite de plâtre, pour les parois principales supérieures, et aux carreaux de plâtre, pour les cloisons légères. Établi en charpente, le comble recevait une couverture en tuiles mécaniques.

Des canalisations en grès vernissé assuraient l'écoulement des eaux et vidanges à l'égout public. Un éclairage électrique, une distribution de gaz, des poêles et des cheminées complétaient l'aménagement.

Le Champ de Mars étant à 1^{m}25 en contre-haut de l'avenue de La Bourdonnais, un isolement de 1 mètre avec balustrade enveloppait les façades côté Champ de Mars et côté Seine; contre la façade côté École militaire, avait été ménagée une cour de 10 mètres sur 11 mètres, qui se reliait au niveau de l'Exposition par une rampe douce accessible aux voitures.

Une annexe de plain-pied avec le Champ de Mars servait de remise et d'écurie; au-dessous et à la hauteur de la cour, s'ouvrait une resserre.

L'aspect extérieur du bâtiment était très simple. Il n'existait, comme éléments décoratifs, que les chevrons saillants de la toiture avec contre-chevrons et petites consoles, une frise en faïence vernissée de ton vert céladon, une forte astragale moulurée en plâtre qui appuyait cette frise, enfin un léger balcon en bois formant abri au-dessus de la porte d'entrée et portant l'inscription du service.

Commencés en janvier 1898, les travaux furent achevés en octobre de la même année; ils entraînèrent une dépense de 43,059 fr. 44, soit 281 francs par mètre carré, non compris 6,754 francs pour la remise-écurie. (Architecte : M. Varcollier. — Entrepreneurs : les Maçons de la Seine; les Charpentiers de Paris; l'association des ouvriers plombiers, couvreurs, zingueurs, du département de la Seine; les Menuisiers de Paris; le Travail; l'Union des ouvriers serruriers.)

11. Bureaux et postes de police. — Voici quels étaient les emplacements, les dispositions générales, la superficie et le prix de revient des installations créées pour le service de la police. (M. Dulong, architecte; MM. Martin, Joyeux, Guéneau frères, et Collas, Vezet et Cie, entrepreneurs) :

EMPLACEMENT.	DISPOSITIONS GÉNÉRALES.	SURFACE.	DÉPENSE	
			TOTALE.	PAR MÈTRE CARRÉ.
		m. q.	fr. c.	francs.
Champs-Élysées (Grand palais).	Poste établi en sous-sol, du côté des Champs-Élysées. — Salle d'agents de 125 m. q., bureau d'officier de paix et 3 violons. — Chauffage par un calorifère placé dans les caves; éclairage au gaz. (Le commissariat de police du quartier occupait un espace égal symétriquement par rapport à l'axe longitudinal du palais.).......	250	11,577 12	46
Quai d'Orsay, à l'angle du boulevard de La Tour-Maubourg.	Poste établi en bois ignifugé, sous la rampe de la passerelle livrant passage aux visiteurs par-dessus le boulevard de La Tour-Maubourg, ainsi que sous la plate-forme roulante et le chemin de fer électrique. — Simple rez-de-chaussée. — Salle d'agents de 170 m. q., bureaux de l'officier de paix, 2 violons, water-closets. — Éclairage au gaz..............................	271	36,283 61	134

EMPLACEMENT.	DISPOSITIONS GÉNÉRALES.	SURFACE.	DÉPENSE TOTALE.	DÉPENSE PAR MÈTRE CARRÉ.
		m. q.	fr. c.	francs.
Pavillon du Commissariat général.	Poste installé dans le pavillon, au rez-de-chaussée; entrée sur la rue de l'Université. — Salle d'agents de 36 m. q. et 4 pièces pour les bureaux. — Chauffage à la vapeur; éclairage à l'électricité	75	"	"
Quai d'Orsay, près de l'avenue de La Bourdonnais.	Pan de bois avec ravalement en plâtre. — Simple rez-de-chaussée. — Salle d'agents de 67 m. q., 2 violons et water-closet. — Éclairage au gaz.	92	9,478 82	103
Trocadéro, à l'angle de l'avenue d'Iéna et de la rue de Magdebourg.	Pan de bois avec ravalement en plâtre. — Rez-de-chaussée et étage. — Au rez-de-chaussée, salle d'agents de 42 m. q., 2 violons et un water-closet; à l'étage, 3 pièces pour les bureaux de l'officier de paix. — Éclairage au gaz	70	19,777 05	283
Trocadéro, contre la rue Chardin.	Pan de bois avec ravalement en plâtre. — Simple rez-de-chaussée. — Salle d'agents de 52 m. q., 2 violons et water-closet. — Éclairage au gaz.	78	11,912 99	153
Champ de Mars, côté La Bourdonnais, près de l'avenue Rapp et de la rue Saint-Dominique.	Pan de bois avec ravalement en plâtre. — Rez-de-chaussée et étage, partiellement affecté au concessionnaire du chemin de fer électrique et de la plate-forme roulante, qui contribuait à la dépense. — Au rez-de-chaussée, salle d'agents de 130 m. q., bureaux de l'officier de paix, 3 violons et water-closets. — A l'étage: 3 pièces pour un commissaire de police, son secrétaire et les agents de la sûreté; water-closets. — Éclairage au gaz	223	(1) 42,301 44	190

(1) Y compris une dépense de 8,000 francs couverte par un versement de la Compagnie des transports électriques de l'Exposition, qui occupait une partie du bâtiment.

12. Pavillon pour l'inspection de la navigation et le service de secours aux noyés. — Avec l'adhésion du Préfet de police, l'Administration de l'Exposition avait fait démolir deux postes de secours aux noyés existant, l'un à l'emplacement du palais de la ville de Paris, l'autre à l'emplacement du palais des Armées de terre et de mer. En échange, elle construisit sur la berge de rive gauche, immédiatement en aval de l'usine élévatoire, un pavillon affecté tout à la fois à l'inspection de la navigation et au service de secours aux noyés.

Ce pavillon à simple rez-de-chaussée, accessible seulement de la berge et élevé au-dessus du niveau des hautes eaux, avait une surface de 64 mètres carrés. Il était en bois et plâtre. D'un côté se trouvait le poste de secours, avec water-closet et débarras; de l'autre, deux pièces avec les mêmes dépendances pour l'inspection de la navigation.

La dépense s'est élevée à 10,910 fr. 99, soit à 170 francs par mètre

carré. (M. Dulong, architecte; M. Martin, MM. Guéneau frères, les Charpentiers de Paris, la Mutuelle, entrepreneurs.)

13. Postes de pompiers. — Le pavillon du Commissariat général avait un poste composé d'un caporal et d'un sapeur. Abstraction faite de ce pavillon, l'enceinte de l'Exposition se divisait en dix secteurs, que défendaient dix postes situés aux emplacements suivants :

1° Champs-Élysées (soubassement du grand Palais);

2° Esplanade des Invalides (quinconces côté Constantine, contre le palais médian);

3° Cours-la-Reine (près du palais de l'Économie sociale et des Congrès, dans le pavillon de la concession Loïe Fuller);

4° Quai d'Orsay (rue des Nations, en arrière du palais du Luxembourg);

5° Quai d'Orsay (entre les ponts de l'Alma et d'Iéna, en face du palais des Armées de terre et de mer);

6° Trocadéro (près de l'avenue d'Iéna et de la rue de Magdebourg);

7° Champ de Mars (près du quai d'Orsay et en aval du pont d'Iéna, au rez-de-chaussée du pavillon du gaz);

8° Champ de Mars, côté La Bourdonnais (bâtiment d'administration n° 26 de l'avenue de La Bourdonnais);

9° Champ de Mars, côté de l'Ecole militaire (près de la porte centrale faisant face à l'École militaire);

10° Champ de Mars, côté Suffren (contre l'avenue de Suffren, entre les rues de Presle et Desaix).

En principe, les postes devaient présenter une surface de 30 mètres carrés, contenir quatre lits de garde, être pourvus d'un dévidoir, d'un poêle à gaz, de deux appareils d'éclairage également au gaz, d'une table pour appareil téléphonique, d'une fontaine et d'un water-closet.

Les postes non installés dans d'autres bâtiments ont coûté chacun 5.000 francs environ. Ils étaient en pans de bois revêtus de plâtre.

De nombreux entrepreneurs ont concouru à l'exécution des travaux sous la direction de M. Dulong, architecte : M. Martin, M. Joyeux, les Charpentiers de Paris, les Menuisiers de Paris, M. Latapie, MM. Gué-

neau frères, l'Union des ouvriers serruriers, la société « Le Travail », la Mutuelle, M. Doucède.

14. Bureaux des postes, télégraphes et téléphones[1]. — Le Ministre du commerce et le Sous-Secrétaire d'État des postes et des télégraphes, après avoir étudié, conformément aux précédents, une exposition spéciale des services postaux, télégraphiques et téléphoniques, pensèrent que la meilleure exposition de ces services consisterait à les montrer en fonctionnement dans l'enceinte, pour les besoins des exposants et des visiteurs, à les y organiser sur de larges bases et dans les conditions les plus parfaites.

C'est ainsi que furent établis à l'intérieur de l'enceinte urbaine sept bureaux, dont un bureau central et six bureaux annexes. L'administration des postes fit elle-même les constructions; mais la dépense en incomba au budget de l'Exposition.

Le tableau suivant indique les emplacements assignés aux bureaux, leur surface et le montant des dépenses entraînées par leur édification :

EMPLACEMENT.		SURFACE.	DÉPENSE	
			TOTALE.	par MÈTRE CARRÉ.
		m. q.	fr. c.	francs.
Bureau central.	Contre l'avenue de La Bourdonnais, près de la porte Rapp	252 0	54,343 53	216
Bureaux annexes.	Soubassement du grand palais des Champs-Élysées, côté du Cours-la-Reine	170 0	"	"
	Quai d'Orsay, entre la rue Fabert et le boulevard de La Tour-Maubourg	110 0	19,613 01	178
	Cours-la-Reine, en amont du pont de l'Alma, près du palais de l'Économie sociale et des Congrès	130 0	27,411 98	211
	Quai Debilly, en aval du pont d'Iéna	54 0	20,005 52	370
	Quai d'Orsay, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna, dans le pavillon de la Presse.	92 0	"	"
	Contre l'avenue de Suffren, entre le palais de l'Électricité et le palais de l'Agriculture	87 5	21,378 44	244

Seul, le bureau central comportait un étage. Le bâtiment était en pans de bois revêtus de plâtre à l'extérieur et à l'intérieur, avec décora-

[1] M. BOUSSARD, architecte.

tion peinte. Au rez-de-chaussée se trouvaient la salle d'attente du public, les cabines téléphoniques, les guichets, le cabinet du receveur, les bureaux des commis principaux, les appareils télégraphiques et pneumatiques, un standard téléphonique, les salles des facteurs télégraphistes, un vestiaire, des water-closets munis de lavabos; au premier étage, les services de l'arrivée et du départ des correspondances postales. Les grandes façades parallèles à l'axe longitudinal du Champ de Mars avaient été percées, au rez-de-chaussée, de cinq arcades en plein cintre et, à l'étage, de dix fenêtres; l'arcade centrale du rez-de-chaussée, vers les palais, servait d'entrée au public. Du côté de la porte Rapp, la façade latérale présentait une sorte de porche avec les boîtes aux lettres, ainsi qu'une porte à tambour ouverte au public. Sur la façade latérale côté de la Seine, une porte était affectée au passage du personnel et à l'échange des dépêches. Une passerelle franchissant la tranchée du chemin de fer électrique reliait le pavillon à la voie publique.

Les bureaux annexes établis dans des pavillons isolés ne comportaient qu'un rez-de-chaussée. Ils étaient en charpente revêtue de plâtre, avec soubassement en maçonnerie et motifs décoratifs moulés en ciment. Leurs dispositions en plan variaient suivant l'importance probable de leurs opérations et suivant la configuration de l'emplacement disponible; mais, d'une manière générale, ils comprenaient une grande salle affectée, partie au public, partie aux agents, et latéralement des pièces plus petites pour le receveur, les facteurs, les cabines téléphoniques, ainsi que des water-closets. Extérieurement, la grande salle s'accusait par un dôme; les salles latérales étaient traitées en appentis. Un ou deux porches couverts pour l'accès du public complétaient l'ensemble. Des mâts extérieurs en fer, portant les fils, concouraient à la décoration et lui donnaient un caractère approprié au bâtiment.

Aucune particularité ne mérite d'être signalée en ce qui concerne le bureau du grand palais des Champs-Élysées.

Quant au bureau du pavillon de la Presse, il faisait partie intégrante de cette construction, qui est décrite dans une autre partie de ce rapport.

Aux dépenses de construction proprement dites, ci-dessus indiquées,

il y a lieu d'ajouter 67,450 fr. 88 pour dépenses diverses d'aménagement[1].

15. Water-closets. — De nombreux water-closets devaient être disséminés dans l'enceinte urbaine de l'Exposition. L'Administration procéda, le 5 janvier 1900, à l'adjudication de 59 groupes, répartis en trois lots :

13 aux Champs-Élysées et à l'Esplanade des Invalides;

25 sur les quais et au Trocadéro;

21 au Champ de Mars.

Aux termes du cahier des charges (pièce annexe n° 21), les emplacements se divisaient en trois catégories :

1re catégorie : emplacements dont l'Administration ne livrait que le sol;

2e catégorie : emplacements sur lesquels se trouvaient des chalets préexistants et disponibles;

3e catégorie : emplacements préparés dans les palais.

Pour les water-closets de la première catégorie, le Commissariat général se réservait d'exécuter aux frais de l'adjudicataire l'aménagement du sol (enlèvements d'arbres, de gazon, etc.) et la remise ultérieure en état des terrains, après enlèvement des chalets et nivellement du sol par l'entrepreneur. Celui-ci faisait lui-même les constructions, y compris le raccordement à l'égout.

Pour la deuxième et la troisième catégorie, l'Administration livrait le local clos et couvert, sans enduit, plafond, dallage, ni distribution, mais avec branchement à l'égout; l'adjudicataire prenait à sa charge tout le surplus des travaux. Le Commissariat général gardait, d'ailleurs, le droit de faire enlever, le cas échéant, les édicules existant sur les emplacements de la seconde catégorie.

Les deux dernières catégories comprenaient ensemble 20 groupes, généralement situés dans le sous-sol des palais.

Chaque établissement se composait de trois parties distinctes : cabinets pour hommes; cabinets pour dames; urinoirs. Le cahier des

(1) Ce chiffre comprend des dépenses communes, dont une petite part doit s'appliquer au bureau de l'annexe du bois de Vincennes.





BUREAU CENTRAL DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Façade vers le Champ de Mars

Façade vers la porte Rapp



BUREAU DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES
près du Palais de l'Économie sociale
et des Congrès



BUREAU DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES
à l'aval du pont d'Iéna
Côté du Trocadéro

charges prescrivait en outre l'adjonction de lavabos aux établissements placés dans les palais.

Toutes les précautions nécessaires pour assurer l'hygiène et sauvegarder la décence faisaient l'objet de stipulations précises.

Les water-closets devaient rester à la disposition du personnel, des exposants et des ouvriers pendant un délai de trois mois après la clôture de l'Exposition.

Il était interdit aux adjudicataires et à leurs agents de se livrer à aucun commerce, à aucune publicité intérieure ou extérieure.

Dans son article relatif aux tarifs, le cahier des charges imposait la gratuité des urinoirs et de deux cabines par établissement (une pour hommes et une pour dames); il fixait à dix centimes la taxe des cabines payantes et laissait aux adjudicataires le soin de déterminer celle des lavabos, sous réserve d'acceptation par le Commissaire général et d'affichage bien apparent.

L'adjudication avait lieu moyennant redevance forfaitaire payable en deux termes.

Des sanctions rigoureuses étaient données aux clauses du marché, de manière à prévenir la cessation ou les interruptions du service.

Indépendamment des dispositions du cahier des charges spécial, les adjudicataires restaient soumis aux clauses et conditions générales des concessions, ainsi qu'à l'arrêté réglementaire du Commissaire général sur l'évacuation des eaux pluviales, des eaux usées et des matières de vidange. (Voir tome Ier, page 356.)

Étaient exceptés de l'adjudication sept water-closets déjà concédés par la ville de Paris dans le périmètre de l'Exposition et maintenus en exploitation.

Les concessionnaires d'expositions payantes ou non, établies dans des pavillons spéciaux, et les concessionnaires d'établissements de spectacle ou de consommation conservaient le droit d'installer dans leurs concessions des urinoirs, des water-closets et des cabinets de toilette pour leur personnel, leurs visiteurs ou leurs clients.

Des plans et des notices descriptives accompagnaient le cahier des charges.

Les deux lots des Champs-Élysées, de l'Esplanade des Invalides, des

quais et du Trocadéro furent adjugés à M. Melon; celui du Champ de Mars le fut à MM. E. Jacob et Cie. Ces adjudicataires avaient offert des redevances montant ensemble à 257,420 francs.

Sur les 25 groupes prévus le long des quais et au Trocadéro, 9 ne furent pas établis. Mais, d'autre part, l'Administration autorisa l'adjudicataire du Champ de Mars à créer deux groupes supplémentaires dans les jardins. En définitive, le nombre total des groupes, y compris les sept antérieurement concédés par la ville et maintenus en exploitation, fut de 59, savoir :

Champs-Élysées et partie correspondante du Cours-la-Reine..	5
Esplanade des Invalides et partie correspondante du quai d'Orsay....................................	12
Cours-la-Reine et quai Debilly jusqu'au Trocadéro........	4
Quai d'Orsay jusqu'au Champ de Mars.................	4
Trocadéro et partie correspondante du quai Debilly........	9
Champ de Mars et partie correspondante du quai d'Orsay...	25

Ces 59 groupes comprenaient 949 cabines et 139 stalles d'urinoirs.

Ils étaient de types divers, suivant les emplacements. Leurs dimensions variaient dans des limites très étendues : 18 mètres carrés à 240 mètres carrés.

Si les types variaient, il y avait, du moins, uniformité dans le mode de construction des groupes extérieurs aux bâtiments, faits en charpente apparente avec remplissage en briques nues ou enduites.

16. Urinoirs. — Aux termes de leur cahier des charges, les concessionnaires de water-closets étaient tenus d'établir des urinoirs et de les mettre gratuitement à la disposition du public. Ils installèrent ainsi 139 stalles.

De leur côté, la direction de la voirie et la direction de l'architecture (service des jardins) organisèrent 391 stalles, ce qui porta le nombre total des stalles à 530, chiffre suffisant pour 27,000 à 28,000 hommes par heure. L'expérience a prouvé qu'il eût été inutile de faire davantage.

Les urinoirs aménagés par l'Administration comprenaient ordinairement 4, 6 ou 8 stalles, exceptionnellement 7, 10 et 18. Ces stalles,

accotées les unes aux autres, étaient en ardoise à chéneau : aucune autre matière n'eût pu être approvisionnée en quantité assez considérable dans le délai voulu. Généralement, les stalles mesuraient 1^{m} 30 de hauteur, 0^{m} 65 de largeur et 0^{m} 40 de profondeur. Le plus souvent, des écrans en lames de bois revêtues d'une peinture blanche et vernies complétaient l'installation. Sur certains points, une légère toiture en charpente protégeait les urinoirs contre les regards plongeants; ailleurs, un treillage en bois assurait cette protection.

Divers entrepreneurs concoururent à l'exécution des travaux : la commission des ardoisières d'Angers, pour la fourniture en location et la pose des stalles en ardoise; MM. Jacob et Cie, pour les drainages aux égouts et les canalisations d'alimentation en eau; M. Leroux, pour les écrans en bois; la Compagnie parisienne du gaz, pour l'éclairage au gaz; etc.

Les dépenses se sont élevées à 69,692 fr. 83, savoir :

Location de stalles, effets d'eau, etc.	38,687^{f} 36^{c}
Canalisation aux égouts et alimentation en eau	11,957 74
Écrans et contre-écrans en bois	10,296 86
Installation de l'éclairage	5,846 06
Maçonnerie, bitumage du sol	2,904 81
TOTAL	69,692 83

Chaque matin, la désinfection des urinoirs se faisait au moyen de sel Peyrat.

CHAPITRE XX.

BÂTIMENTS DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER, DES AUTOMOBILES, DES CYCLES ET DES MACHINES MOTRICES DIVERSES, À L'ANNEXE DU BOIS DE VINCENNES[1].

1. Concours et marchés. — 1. *Programme du concours.* — Les bâtiments à édifier dans l'annexe du bois de Vincennes pour les galeries générales consacrées au matériel des chemins de fer et tramways, aux automobiles, aux cycles et aux machines motrices diverses, n'avaient besoin d'aucun luxe architectural. Ils ne constituaient que des abris; leurs qualités dominantes devaient être la solidité, la simplicité et l'économie, n'excluant point, d'ailleurs, un aspect agréable à l'œil. L'Administration jugea donc opportun de faire directement appel à l'expérience des constructeurs français, en matière de bâtiments industriels, et d'ouvrir entre eux un concours.

Aux termes du programme arrêté par le Commissaire général le 15 septembre 1899 (Pièce annexe n° 22), la superficie des bâtiments était approximativement la suivante :

Matériel roulant des chemins de fer et tramways (classe 32)	21,600 m. q.
Automobiles (classe 30)	5,600
Cycles (classe 30)	2,640
Machines motrices diverses (classe 20)	2,880

L'Administration se réservait d'augmenter ou de réduire ces chiffres dans la limite de 25 p. 100, à charge de notifier sa décision aux entrepreneurs huit jours au plus après l'attribution des lots. (Art. 2.)

Pour les bâtiments destinés au matériel des chemins de fer et tram-

[1] Service de l'exploitation, sous la haute direction de M. DELAUNAY-BELLEVILLE, directeur général. (Architecte en chef : M. BONNIER. — Inspecteur : M. Durville. — Sous-inspecteur : M. Barbier.)

ways, aux automobiles et aux machines motrices diverses, le programme exigeait une charpente en fer ou en acier et une couverture en matériaux incombustibles; pour le bâtiment des cycles, il autorisait l'emploi du bois et laissait la couverture au choix des concurrents, sous réserve d'un ignifugeage soigné des matériaux combustibles. (Art. 3.)

Les bâtiments devaient être constitués par des travées d'une largeur de 12 mètres ou de 24 mètres d'axe en axe des poteaux, avec fermes espacées de 10 mètres, et avoir une hauteur de 6 mètres au moins sous chéneau. (Art. 4.)

Une entière liberté était laissée aux constructeurs dans l'étude de leurs projets. Ils pouvaient proposer les formes et les dispositions qui leur paraîtraient les meilleures et les plus avantageuses au point de vue de la destination des bâtiments, de la solidité, du bon aspect et de l'économie. (Art. 3 et 4.)

L'entreprise comprenait la fourniture en location des bâtiments, leur entretien pendant l'Exposition et leur enlèvement ultérieur. Étaient exceptées les canalisations souterraines d'évacuation à l'égout des eaux pluviales et des eaux de lavage, les clôtures des pignons et des façades latérales, et les portes à y pratiquer : ces travaux restaient à la charge de l'Administration. (Art. 5.)

Sur la demande du constructeur, les bâtiments pouvaient être considérés comme objets exposés et concourir pour les récompenses. (Art. 6.)

La fourniture était divisée en quatre lots : le premier, pour le matériel des chemins de fer et tramways; le second, pour les automobiles; le troisième, pour les cycles; le quatrième, pour les machines motrices diverses. Mais l'Administration gardait la faculté de les grouper, même entre les mains d'un seul constructeur. (Art. 7.)

Des dispositions précises et détaillées avaient pris place au programme, concernant l'exécution des ouvrages. Il suffira de signaler ici les plus importantes. Les travaux devaient être entrepris aussitôt après la décision du Commissaire général et se poursuivre de telle sorte que les bâtiments fussent entièrement terminés le 1er février 1900 au plus tard (art. 8); tous les dessins de détail étaient subordonnés à l'approbation du directeur général de l'exploitation, qui avait le droit de

prescrire, le constructeur entendu, les modifications nécessaires à la sécurité publique ou au bon agencement des constructions (art. 9); le travail du fer ne pouvait dépasser 8 kilogrammes par millimètre carré et celui de l'acier, 10 kilogrammes (art. 10).

Les concurrents étaient astreints au dépôt préalable d'un cautionnement provisoire. (Art. 22.) Ils devaient remettre en séance publique, le 29 septembre 1899, ou envoyer en temps utile au Commissaire général, sous pli recommandé :

1° Des plans complets de leurs projets, ainsi qu'une notice descriptive, avec justification de la résistance des parties principales;

2° Le certificat de dépôt du cautionnement; une pièce établissant leur nationalité française; un certificat de capacité n'ayant pas plus de deux années de date et visant des opérations exécutées dans les dix dernières années; une note indiquant leurs principaux travaux et l'importance de ces travaux;

3° Une soumission sur papier timbré, spécifiant le prix demandé au mètre carré.

Dans le cas particulier d'offres émanant d'une société ou d'une association ouvrière, le programme prescrivait les justifications usuelles. (Art. 23.)

Lors de la séance publique du 29 septembre, le président devait donner lecture à haute voix des soumissions. (Art. 24.)

Ensuite, les projets étaient renvoyés à l'examen d'un jury ainsi constitué : le directeur général de l'exploitation, président; le directeur des services d'architecture; le directeur des finances; le secrétaire général; l'ingénieur en chef du contrôle des constructions métalliques; l'architecte en chef des installations générales; l'ingénieur principal des services mécaniques; le rapporteur des comités de la classe 32 (matériel des chemins de fer et tramways). Le jury avait à tenir compte, dans ses appréciations, non seulement des prix demandés, mais aussi des considérations d'aspect et des conditions pratiques d'exécution. Un délai de huit jours lui était donné pour la remise de son rapport au Commissaire général. (Art. 25.)

A la suite du concours, un marché définitif devait être passé entre l'Administration et le ou les auteurs des projets choisis. (Art. 26.)

2. *Résultats du concours. Marchés définitifs.* — Huit constructeurs remirent des propositions et l'un d'eux établit deux projets pour chacun des quatre lots. Les offres se résumaient ainsi :

DÉSIGNATION DES CONSTRUCTEURS.	PRIX PAR MÈTRE CARRÉ.	SYSTÈME DE CONSTRUCTION.	ÉCLAIRAGE. — PROPORTION de LA SURFACE VITRÉE en projection horizontale.
	fr. c.		
1° BÂTIMENT DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS.			
Daydé et Pillé	24 90	Fermes rigides solidaires des piliers, de 12 mètres d'ouverture	0 25
Joannès Haour	22 00	Charpente en fer d'un type spécial, de 24 mètres de portée	0 75 environ.
Roquerbe	25 80 *ou* 25 30	Construction en béton armé du système Hennebique	0 33 environ.
Jules Roussel	22 80 *ou* 25 55 suivant le mode de couverture.	Fermes-poutres rigides, de 12 mètres d'ouverture	0 42
Jules Roussel	24 00 *ou* 26 50 suivant le mode de couverture.	Fermes genre Polonceau rivées, avec arbalétriers à treillis, de 24 mètres d'ouverture	0 50 environ.
2° BÂTIMENT DES AUTOMOBILES.			
Blondel-Pierquin	39 30 *ou* 39 90 suivant le mode de couverture.	Fermes Polonceau de 24 mètres	0 33
Daydé et Pillé	25 40	Fermes rigides solidaires des piliers, de 12 mètres d'ouverture	0 25
Joannès Haour	22 00	Charpente en fer d'un type spécial, de 24 mètres de portée	0 75 environ.
Roquerbe	27 10	Construction en béton armé du système Hennebique	0 33 environ.
Jules Roussel	25 00 *ou* 28 00 suivant le mode de couverture.	Fermes-poutres rigides, de 12 mètres d'ouverture	0 42
Jules Roussel	27 75 *ou* 30 50 suivant la couverture.	Fermes genre Polonceau rivées, avec arbalétriers à treillis, de 24 mètres d'ouverture	0 50
3° BÂTIMENT DES CYCLES.			
Blondel-Pierquin	39 70 *ou* 39 95 suivant la couverture.	Fermes Polonceau, de 24 mètres	0 33
Joannès Haour	22 00 en fer. 18 00 en bois.	Charpente en fer d'un type spécial, de 24 mètres de portée	0 75 environ.
Latapie	30 00	Charpente en bois; fermes de 10 mètres d'ouverture	0 50 environ.
Morel et Desbarres	35 00	Fermes à treillis de 12 mètres d'ouverture	0 33 environ.
Roquerbe	27 30	Construction en béton armé du système Hennebique	0 33 environ.

DÉSIGNATION DES CONSTRUCTEURS.	PRIX PAR MÈTRE CARRÉ.	SYSTÈME DE CONSTRUCTION.	ÉCLAIRAGE. — PROPORTION de LA SURFACE VITRÉE en projection horizontale.
	fr. c.		
Jules Roussel.....	25 00 *ou* 28 00 suivant la couverture.	Fermes-poutres rigides, de 12 mètres d'ouverture..........................	o 42
Jules Roussel......	28 10 *ou* 30 85 suivant la couverture.	Fermes genre Polonceau, rivées, avec arbalétriers à treillis, de 24 mètres d'ouverture.........................	o 50
		4° BÂTIMENT DES MACHINES MOTRICES DIVERSES.	
Blondel-Pierquin..	39 30 *ou* 39 90 suivant la couverture.	Fermes Polonceau, de 24 mètres.......	o 33
Joannès Haour....	22 00	Charpente en fer d'un type spécial, de 24 mètres de portée...............	o 75 environ.
Joseph Leclaire...	26 20	Fermes à treillis, de 12 mètres d'ouverture.........................	o 50
Morel et Desbarres.	35 00	Fermes à treillis, de 12 mètres d'ouverture.........................	o 33 environ.
Roquerbe........	27 20	Construction en béton armé du système Hennebique.....................	o 33 environ.
Jules Roussel.....	25 00 *ou* 28 00 suivant la couverture.	Fermes-poutres rigides, de 12 mètres d'ouverture.........................	o 42
Jules Roussel.....	28 10 *ou* 30 85 suivant la couverture.	Fermes genre Polonceau rivées, avec arbalétriers à treillis, de 24 mètres d'ouverture.........................	o 50

Le jury conclut à attribuer le premier lot à M. Roussel, sous réserve de quelques modifications. En ce qui concernait les trois autres lots, il plaça également ce constructeur en tête de la liste de classement; mais il signala l'imprudence de confier les quatre lots à un même entrepreneur, eu égard à la brièveté des délais, et conseilla de traiter, soit avec MM. Daydé et Pillé, soit avec M. Leclaire.

A la suite de cet avis, deux marchés définitifs furent conclus :

1° Pour le bâtiment du matériel des Chemins de fer et Tramways, avec M. Roussel, au prix de 22 fr. 50 par mètre superficiel;

2° Pour les trois autres bâtiments, avec MM. Daydé et Pillé, au prix de 25 francs par mètre.

2. Bâtiment du matériel des Chemins de fer et Tramways. — Ce bâtiment était situé dans une clairière du bois au Sud-Ouest du lac Daumesnil, en un emplacement où les mouvements de terre ne présen-

taient que peu d'importance et dont le raccordement avec la ligne de Vincennes pouvait se faire sans trop de difficultés.

Il comprenait cinq groupes de deux galeries de 12 mètres d'ouverture chacune, juxtaposés les uns aux autres et disposés en chevauchement. Ce plan était commandé à la fois par celui du faisceau des voies se détachant du raccordement avec la ligne de Vincennes et par la forme de la clairière. En allant du Nord-Est au Sud-Ouest, les groupes de galeries jumelées avaient respectivement 200 mètres, 190 mètres, 180 mètres, 170 mètres et 160 mètres de longueur, ce qui correspondait à 20, 19, 18, 17 et 16 travées. La surface couverte mesurait 21,600 mètres carrés, chiffre égal à celui qu'avait indiqué le programme du concours. Toute l'ossature métallique était en acier.

Les piliers métalliques reposaient sur 215 massifs de fondation en béton, descendus à $1^{m}20$ en contre-bas du sol des galeries. Ces massifs avaient une section rectangulaire de $0^{m}85 \times 0^{m}75$ et une hauteur de $0^{m}70$; leur partie supérieure était lissée.

Conformément aux prévisions du programme, les fermes présentaient une ouverture de 12 mètres et se trouvaient à 10 mètres les unes des autres. Leurs appuis verticaux étaient des doubles T composés d'une âme en tôle de $0^{m}18$ de hauteur et de quatre cornières; ces appuis se juxtaposaient au contact des galeries. Chaque ferme consistait en une poutre à treillis en N retroussée, faite de deux cornières dans ses membrures, ainsi que dans ses montants, et de fers plats dans ses diagonales; elle s'assemblait sur le gousset de tête des piliers, auxquels la reliaient, d'ailleurs, des contre-fiches. Les fermes étaient réunies par deux hautes sablières et deux cours de pannes à treillis. Entre les sablières et les pannes voisines se développait la toiture en zinc ondulé n° 10, que supportaient ces pièces et trois pannelettes intermédiaires portant elles-mêmes, en chaque tiers de leur longueur, sur de faux arbalétriers. La zone intermédiaire séparant les pannes était surmontée d'un lanterneau, large de $4^{m}96$ et revêtu de verre strié.

Des chéneaux en zinc n° 14 adaptés aux sablières conduisaient les eaux pluviales aux tuyaux de descente en zinc n° 10; ces tuyaux, espacés de 20 mètres, étaient fixés aux piliers et avaient un diamètre de $0^{m}11$. Onze canalisations longitudinales en béton de ciment, moulées sur

place et suivant les rangées de piliers, recevaient les eaux pour les diriger vers un collecteur qui longeait les pignons sud-est des galeries et débouchait dans le lac Daumesnil.

La ventilation se faisait au niveau des sablières de rive.

Pour les façades latérales et pour les pignons sud-est, la clôture fut établie en carreaux de plâtre creux de $0^{m}60 \times 0^{m}40 \times 0^{m}08$, moulés sur place entre deux glaces polies, posés de champ sur un soubassement de briques et maintenus tant par les piliers que par des montants intermédiaires à double T au nombre de 2 par intervalle de fermes; le soubassement, fondé au moyen d'une couche de béton, comportait 3 rangs de briques. Grâce au mode de moulage, tout enduit put être évité; les joints au plâtre furent simplement teintés à l'ocre rouge.

Pour les pignons nord-ouest par lesquels pénétraient les wagons, l'Administration dut appliquer un mode de clôture différent. Au-dessus du gabarit, elle eut recours à un bardage en sapin enduit et peint d'un ton gris clair; dans la partie inférieure, elle ménagea de vastes portes à deux vantaux s'ouvrant extérieurement au droit de chacune des voies de pénétration.

Vingt-trois portes en sapin avec ferrures, composées de deux panneaux et roulant sur un rail supérieur, étaient placées aux extrémités des galeries et latéralement dans trois travées, pour la circulation du public.

Chaque galerie se subdivisait ainsi dans sa largeur : au milieu, un chemin de circulation d'une largeur de $3^{m}50$; de part et d'autre du chemin, deux zones de $3^{m}55$ avec voie ferrée centrale, affectées au matériel exposé; contre les piliers, deux chemins de service de $0^{m}70$. Les chemins de circulation publique avaient une surface de 9,245 mètres carrés (43 p. 100 environ de la surface totale); leur sol était parqueté en frises de sapin sur lambourdes libres.

Une décoration très simple s'imposait. L'ossature fut peinte d'un rouge vif ressortant sur les fonds de verdure; les cloisons restèrent blanches; quelques poncifs rouges extrêmement sommaires vinrent souligner les éléments des fermes dans les pignons. A l'intérieur, l'effet du ton rouge de l'ossature et du ton blanc des cloisons se complétait par les velums écrus, semblables à ceux de l'enceinte parisienne.



Phot. Larger

BATIMENT DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS
(Bois de Vincennes)

Le poids total du métal employé à la construction de la charpente s'éleva à 650 tonnes environ, soit à 30 kilogrammes par mètre carré, et celui du zinc à 78 tonnes.

Commencé en janvier 1900, le montage fut terminé le 19 février.

Dans l'ensemble, les dépenses atteignirent 581,878 fr. 39 (26 fr. 94 par mètre carré), non compris les parquets et les velums, et 633,036 fr. 63 (29 fr. 31 par mètre carré), tout compris. Sur cette somme, l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, les États-Unis, la Grande-Bretagne, la Hongrie, l'Italie, la Russie et la Suisse s'étaient engagés à rembourser et payèrent effectivement 233,362 francs, en échange d'une augmentation des surfaces primitivement mises à leur disposition.

3. Bâtiments des Automobiles, des Cycles et des Machines motrices diverses.—La route circulaire du Lac constituant une piste excellente, il était naturel de placer contre cette route le bâtiment des Automobiles et d'en faciliter ainsi l'accès aux véhicules exposés. C'est ce qui fut fait, et, comme la clairière offrait assez d'étendue, l'Administration y mit aussi les bâtiments des Cycles et des Machines motrices diverses.

Chacun des trois bâtiments se composait de travées d'une ouverture de 12 mètres et d'une longueur de 10 mètres, juxtaposées les unes aux autres.

En plan, le bâtiment des Automobiles présentait la forme d'un demi-hexagone ouvert du côté de la route; le fond et chacune des ailes comportaient deux galeries doubles de sept travées; les raccordements aux angles étaient triangulaires. Le bâtiment des Cycles comprenait deux galeries jumelées de sept travées et, en épi médian, une galerie de trois travées. Enfin le bâtiment des Machines motrices diverses consistait en deux galeries accolées de 11 travées. Ces bâtiments mesuraient, le premier 5,678 mètres carrés, le second 2,071 mètres carrés et le troisième 2,680 mètres carrés. Toute l'ossature métallique était en acier.

Les appuis reposaient sur des massifs à section rectangulaire de $0^{m}80 \times 0^{m}80$, en maçonnerie de meulière hourdée au mortier de chaux hydraulique. Ces massifs avaient une hauteur variant de $0^{m}80$

à $1^m 20$. Leur surface était recouverte d'un glacis de ciment à l'intérieur des galeries et rejointoyée au ciment à l'extérieur.

MM. Daydé et Pillé avaient attribué aux piliers la forme d'un double ᴛ, composé d'une âme pleine dans le plan des fermes, de quatre cornières et de deux semelles contribuant à la stabilité dans le sens de la longueur des galeries; ces semelles s'arrêtaient à $1^m 50$ du sol, et leur largeur, fixée à $0^m 40$ au sommet, descendait progressivement à $0^m 15$. Les piliers se terminaient, à la base, par de grands patins solidement fixés aux fondations.

Les arbalétriers étaient constitués par une membrure supérieure à deux pans en cornières, par une membrure inférieure tracée suivant un arc de cercle et par un treillis en ɴ. Continus au sommet, ils se reliaient d'une manière rigide aux piliers. Deux sablières à caisson et cinq cours de pannes à double ᴛ réunissaient les fermes entre elles. Un lanterneau entièrement vitré, d'une largeur utile de 5 mètres, porté par la panne faîtière et les deux pannes voisines, régnait de pignon en pignon et débordait pour jouer le rôle d'auvent. Le surplus de la couverture était fait de tôles ondulées galvanisées, ayant une épaisseur de 1 millimètre.

Des chéneaux en zinc n° 12 adaptés aux sablières conduisaient les eaux pluviales aux tuyaux de descente en zinc de même numéro; ces tuyaux, espacés de 20 mètres, étaient fixés aux piliers et avaient un diamètre de $0^m 11$. Vingt-trois canalisations analogues à celles du bâtiment des Chemins de fer recevaient les eaux pour les diriger vers deux collecteurs débouchant dans le lac Daumesnil.

Les cloisons étaient faites en carreaux de plâtre, comme pour l'abri du matériel des chemins de fer.

Il existait 29 baies de circulation dans les galeries des Automobiles, 10 dans celles des Cycles et 7 dans celles des Machines motrices diverses. Les portes, composées de deux panneaux, roulaient sur un rail supérieur.

Dans les galeries des Automobiles, le sol était entièrement revêtu d'un dallage en bitume de $0^m 02$ d'épaisseur établi sur une couche de béton à base de chaux hydraulique, de $0^m 10$ à $0^m 20$ suivant la nature du terrain; la topographie du bois avait conduit à admettre une déni-



Phot. Larger

BATIMENT DES MACHINES MOTRICES DIVERSES

(Bois de Vincennes)

vellation du sol entre les galeries de l'aile nord-ouest et les autres : des escaliers de trois marches rachetaient cette dénivellation. Les stands se trouvaient au même niveau que les chemins de circulation, afin de rendre plus faciles l'entrée et la sortie des véhicules. Comparée à la surface totale des galeries, celle des voies obligatoires représentait une proportion de 24 p. 100 environ.

Pour les cycles et les machines motrices diverses, l'Administration se borna à parqueter en sapin les chemins de circulation générale, qui occupaient respectivement 26 p. 100 et 29 p. 100 de la superficie des bâtiments. Les exposants français de cycles installèrent leurs stands sur un stucage mosaïqué, tandis que les étrangers adoptaient généralement le parquet en sapin.

La décoration des trois bâtiments était semblable à celle de l'abri du matériel des chemins de fer, sauf substitution du bleu au rouge pour la peinture de la charpente métallique.

Voici quel fut le poids du métal employé dans chacun des bâtiments :

	POIDS TOTAL.	POIDS PAR MÈTRE CARRÉ.
	kilogr.	kilogr.
Automobiles	177,500	31 26
Cycles	64,000	30 90
Machines motrices diverses	83,600	31 19

Ces chiffres ne comprennent pas la tôle ondulée de la couverture, qui pesait 60 tonnes environ.

Le montage du bâtiment des Automobiles dura du 10 février 1900 au 5 mars ; celui du bâtiment des Cycles, du 17 février au 23 mars ; celui du bâtiment des Moteurs, du 1er au 17 février.

Dans l'ensemble, les dépenses des trois bâtiments atteignirent 373,167 fr. 54. Sur cette somme, l'Allemagne, les États-Unis, la Grande-Bretagne, la Hongrie, l'Italie, la Russie, la Suède et la Suisse remboursèrent 76,156 fr. 50, en échange d'une augmentation des surfaces précédemment mises à leur disposition.

CHAPITRE XXI.

PAVILLONS ET OUVRAGES DIVERS DE L'ANNEXE DU BOIS DE VINCENNES.

1. Pavillon de l'Administration[1]. — L'agence de l'Administration au bois de Vincennes fut d'abord installée dans une construction en pans de bois et carreaux de plâtre établie par l'entreprise du bâtiment des Chemins de fer. Elle y occupait une pièce unique. Cette installation n'avait qu'un caractère essentiellement provisoire. Il fallait à l'Administration un local moins exigu, répondant à ses besoins pendant la période d'exploitation. Le Commissariat général utilisa, à cet effet, un pavillon métallique démontable du système Duclos, précédemment élevé sur la berge droite de la Seine, entre les ponts de la Concorde et des Invalides, pour le service des ingénieurs du pont Alexandre III.

Ce pavillon fut démonté, transporté à l'annexe et réédifié au Nord-Ouest du lac Daumesnil, près du carrefour de la route du Château et de la route circulaire du Lac, c'est-à-dire en un emplacement voisin de l'entrée principale (porte de Picpus). Toutefois, l'étage de soubassement, qui, à Paris, rachetait la hauteur du quai de la Seine, put être supprimé; l'Administration se borna à surélever le rez-de-chaussée de 1 mètre environ, afin de l'isoler du sol.

Le bâtiment présentait hors œuvre une longueur de $18^{m}50$ et une largeur de $5^{m}60$; il couvrait donc $103^{mq}60$. Sa charpente métallique comprenait 12 piliers tubulaires, six fermes et des pans de fer à treillis. Les parois doubles étaient constituées, à l'extérieur, par des panneaux de tôle décorés recouvrant les pans de fer, et, à l'intérieur, par un cloisonnement en frises de sapin rainées à baguettes. Tel qu'il avait été reconstruit au bois de Vincennes, le pavillon comportait un rez-

(1) M. LEFEBVRE, conservateur du bois de Vincennes.

de-chaussée, un étage et un grenier. Une ventilation efficace ménagée dans les parois doubles et le grenier empêchait l'élévation excessive de la température en été.

Des cloisonnements doubles en sapin servirent à subdiviser le rez-de-chaussée et l'étage, qui reçurent, l'un et l'autre, un plancher et un plafond en bois de même essence.

Un escalier en fer et bois donnait accès direct à l'étage.

Extérieurement, les façades furent peintes en bleu clair avec réchampis; les menuiseries étaient de ton brun; des galeries en zinc découpé décoraient le faîtage et les saillies des rampants; un fronton agrémentait la toiture sur chacun des longs pans. Intérieurement, les cloisons et les plafonds furent simplement vernis.

Le rez-de-chaussée, comprenant une grande salle et trois pièces plus petites accessibles du couloir d'entrée, était affecté au commissariat de police. Quant au premier étage, il se divisait en quatre pièces desservies par un couloir et avait été réservé à l'Administration de l'Exposition (cabinet du Commissaire général; cabinet des directeurs; bureau du délégué de la direction générale de l'exploitation; bureau de l'inspecteur principal).

Au total, les dépenses de transport, montage, peinture, canalisations d'eau, etc., s'élevèrent à 11.480 fr. 24.

2. Bâtiment pour l'Aérostation [1]. — L'enceinte consacrée à l'aérostation (section X des exercices physiques et des sports) se trouvait à l'angle sud-est de l'annexe, mesurait 55,000 mètres carrés environ et présentait en son centre une vaste pelouse, constituant le champ de gonflement et de départ des ballons. Elle était enveloppée, soit par la clôture de l'annexe, soit par un treillage; dans ces clôtures avaient été pratiquées deux portes, l'une sur la route de la Plaine, l'autre sur la route du Bac près de l'entrée sud-est de l'annexe. Autour de la pelouse, se groupaient le bâtiment d'Aérostation, des espaces réservés au public, une enceinte spéciale pour un ballon captif concédé et pour sa machinerie, un restaurant, etc.

(1) Direction générale de l'exploitation.

Il n'y a lieu d'entrer ici dans quelques détails qu'au sujet du bâtiment d'Aérostation.

Ce bâtiment se composait : 1° d'une nef de 20 mètres de largeur et 30 mètres de profondeur; 2° de deux bas côtés d'une largeur de 5m 45 et d'une longueur égale à celle de la nef. Il couvrait une superficie de 970 mètres carrés. Toute sa charpente était en acier. Des ballons ayant jusqu'à 19 mètres de diamètre ou 3,500 mètres cubes de volume pouvaient y être abrités.

La nef centrale comportait sept fermes espacées de 5 mètres et constituées par des poutres à treillis, dont la membrure supérieure dessinait deux pans rectilignes inclinés à 45 p. 100, tandis que la membrure inférieure était profilée suivant un arc de cercle; sa hauteur, sous le point culminant de l'intrados, atteignait 21 mètres. Chaque ferme avait pour appuis deux poteaux à croisillons, portant par des patins sur des massifs de béton. Des contreventements assuraient la solidarité des fermes et des poteaux, que reliaient, d'ailleurs, deux cours de poutrelles placés, l'un à 4m 60 au-dessus du sol, l'autre au niveau du faîtage des bas côtés, et se retournant sur le pignon sud-ouest; ces poutrelles étaient utilisables comme passerelles. Un pan de fer garnissait le pignon sud-ouest, l'autre pignon devant rester entièrement ouvert pour la sortie des aérostats. Sur chacun des versants, la panne faîtière, la sablière et six pannes intermédiaires supportaient une toiture en tôle ondulée galvanisée, avec boulons à crochet, dont les eaux se déversaient par des chéneaux et des descentes en zinc dans une canalisation en poterie de 0m 20 aboutissant à un puisard en maçonnerie de pierre sèche. Le pignon sud-ouest était fermé par un cloisonnement en carreaux de plâtre, à la partie supérieure duquel avait été réservée une baie vitrée; quant aux bas côtés, ils présentaient une zone vitrée, entre le sommet des appentis et la naissance des fermes de la nef, puis une cloison en carreaux de plâtre.

Pour les appentis, l'ossature extrêmement simple comportait de petites fermes à un seul pan avec entrait et des poteaux extérieurs. Ils étaient couverts en tôle ondulée galvanisée et fermés par des carreaux de plâtre, sauf les baies nécessaires. Des cloisons les divisaient en locaux affectés aux réunions du comité, au logement du gardien, aux labora-

toires de physique et de photographie, à une soute pour le sable, à des dépôts et magasins ; ces locaux avaient été, dans une partie de leur étendue, planchéiés et plafonnés.

Une couche de peinture bleu clair couvrait l'ossature.

MM. Dubois et Nicolle se chargèrent du travail en location, moyennant une somme forfaitaire de 60,000 francs. Avec diverses dépenses accessoires, le bâtiment a coûté 69,482 fr. 75.

Prévoyant le cas où la ville de Paris voudrait maintenir l'installation, le Commissariat général s'était réservé le droit de l'acquérir moyennant une allocation supplémentaire de 15,000 francs. Malgré l'insistance de certains membres du Conseil municipal, l'assemblée n'a pas voté le maintien.

3. Pavillon de la manutention et de la douane. — Ce pavillon a été établi, pour le compte de l'Administration, par MM. Puthet et Claret, concessionnaires de la manutention, moyennant un prix de 20,000 francs.

Il se trouvait à l'Ouest de l'annexe, près de la porte de Reuilly et contre la gare provisoire installée dans l'enceinte sur le raccordement avec le chemin de fer de Vincennes.

La construction occupait 360 mètres carrés environ et n'avait qu'un rez-de-chaussée. Elle était en pans de bois et plâtras, portés par un soubassement de $0^{m}40$ en briques, et avait reçu une couverture en tuiles mécaniques. Des pièces parquetées et plafonnées en sapin se répartissaient de part et d'autre d'un couloir central accessible par les deux extrémités.

4. Guichets et pavillon du contrôle des entrées. — Il existait 23 guichets d'entrée à l'annexe du bois de Vincennes. Les kiosques étaient du type ordinaire adopté pour l'enceinte urbaine.

Un pavillon affecté au contrôle des entrées avait été établi près de la porte de Reuilly et présentait deux accès, l'un par l'extérieur de l'enceinte, l'autre par l'intérieur. Entièrement en bois, ce pavillon couvrait 54 mètres carrés et comprenait un vestibule, une pièce de 3 mètres sur 4 mètres, ainsi qu'une autre pièce de 6 mètres sur 6 mètres. Un

entrepreneur l'avait fourni en location au prix de 1,490 francs, y compris pose et dépose.

5. Pavillon du service médical. — Le poste médical fut placé contre la route du Bac, entre le bâtiment des Automobiles et celui des Machines motrices diverses. Il était abrité par deux massifs d'arbres.

Ce petit pavillon, d'une superficie de 66 mètres carrés, fourni par la Compagnie des constructions démontables et hygiéniques, avait été antérieurement utilisé comme infirmerie à l'hôpital du Val-de-Grâce.

La construction ne comportait qu'un rez-de-chaussée. Son ossature se composait de piliers et de tubes d'acier assemblés tant entre eux que sur les piliers; les revêtements des façades et les cloisons intérieures étaient constitués par des panneaux d'osier avec enduit imperméable; la couverture à deux versants en zinc ondulé reposait sur des rampants en panneaux d'osier. Une peinture à l'huile bleu clair, relevée par des réchampis ton sur ton, avait été appliquée extérieurement; à l'intérieur, une peinture émail blanche permettait le lavage complet.

Accessible de la route du Bac par un perron de quatre marches, le pavillon comprenait : à droite et à gauche de l'entrée, deux pièces planchéiées et plafonnées, servant l'une de cabinet pour le personnel médical, l'autre de chambre pour l'infirmier; au fond, une salle de pansement et d'opérations, éclairée par quatre fenêtres et ayant son sol garni de linoléum.

Un poste d'eau et des water-closets, dans le système du tout-à-l'égout, avaient été organisés au dehors.

Enfin l'extrémité du pavillon opposée à l'entrée était occupée par une remise de plain-pied avec le sol extérieur, dotée d'une installation d'écurie pour un cheval.

La dépense a été de 4,221 fr. 85.

6. Poste de police. — Le rez-de-chaussée du pavillon de l'Administration étant insuffisant pour les besoins de la police, il fallut établir dans le voisinage immédiat un poste supplémentaire.

Ce poste, d'une superficie de 45 mètres carrés, n'avait qu'un rez-de-

chaussée. Il était en maçonnerie de briques, avec couverture plate en zinc. La distribution comprenait : un corps de garde, dont une partie spécialement affectée au brigadier ; un bureau pour l'inspecteur ; deux violons pourvus chacun d'un water-closet à réservoir de chasse, réservoir qui se manœuvrait de l'intérieur du corps de garde. Partout, le sol était bitumé. En appentis, sur l'un des pignons, se trouvaient deux water-closets munis, comme les précédents, d'un réservoir de chasse. Une canalisation de poterie recevait les eaux de vidange et les conduisait à l'égout. L'installation se complétait par une canalisation d'eau et une canalisation de gaz.

Le prix de revient a été de 4,949 fr. 85.

7. Poste de pompiers. — Le poste de pompiers était situé en un emplacement très central près du parc à automobiles.

Pour l'aménagement de ce poste, l'Administration utilisa la construction qui, au début, avait servi à l'agence des travaux et se borna à y apporter des modifications peu importantes. Les faces des murs restèrent en plâtre apparent; mais l'aspect extérieur fut rehaussé par l'application d'un ton brun sur les bois et par l'addition d'une frise en bois découpé, peinte de la même couleur.

Convenablement remaniée, la distribution intérieure donnait un corps de garde, un bureau de sous-officier, un dépôt d'appareils et deux remises à pompe.

8. Bureau des postes et des télégraphes.— Ce bureau avait dû, à l'origine, être établi dans une construction spéciale. Plus tard, le Commissariat général reconnut la possibilité de son installation à l'intérieur du bâtiment des Cycles, où il occupait une surface de 150 mètres carrés. Je ne le signale donc que pour mémoire. Les dépenses d'aménagement ont été de 11,734 fr. 78.

9. Piste vélocipédique. — La ville de Paris possédait dans le bois de Vincennes, près de l'avenue de Gravelle, une piste vélocipédique, sur laquelle se courait chaque année le grand prix cycliste. Mais cette piste, établie à une époque où le cyclisme n'avait pas encore pris tout

son essor et où les vitesses étaient relativement limitées, ne répondait plus aux besoins nouveaux. Il y avait là une situation fâcheuse pour la ville, fâcheuse aussi pour l'Administration de l'Exposition, qui désirait donner un grand éclat aux manifestations vélocipédiques de 1900 et qui pourtant ne pouvait assumer, à elle seule, les frais considérables de création d'une piste réalisant les progrès voulus.

Par une délibération du 24 mars 1899, le Conseil municipal invita l'administration préfectorale à ouvrir des négociations avec celle de l'Exposition.

Le Ministre du commerce, saisi d'un projet du service municipal, fit connaître, le 18 juillet 1899, au Préfet de la Seine qu'il adhérait à ce projet et que son Département offrait de concourir pour moitié à la dépense, sans que ce concours pût dépasser 200,000 francs.

Un projet définitif évalué à 300,000 francs fut bientôt soumis au Conseil municipal, qui l'adopta, le 28 décembre 1899, en prenant acte de l'offre formulée par le Ministre du commerce et en acceptant la participation de moitié du Commissariat général, dans la limite de 150,000 francs. La délibération du Conseil reçut, le 17 janvier 1900, l'approbation du Préfet de la Seine. Dès lors, le contrat était lié et il ne restait qu'à exécuter d'urgence les travaux.

Bien que ces travaux aient été confiés au service municipal, l'importance du subside fourni par le budget de l'Exposition et le rôle considérable de la piste nouvelle dans les manifestations sportives de 1900 me conduisent à donner quelques indications sur l'œuvre si réussie dont le mérite revient pour la plus large part à M. Lefebvre, conservateur du bois de Vincennes.

La piste, qu'englobait l'enceinte de l'Exposition, est située sur le territoire de la commune de Charenton et limitée au Nord par la route de la Plaine, à l'Est par un taillis bordant le cimetière de Charenton, au Sud par l'avenue de Gravelle, à l'Ouest par la route des Glacières. Son axe longitudinal court à peu près exactement de l'Est à l'Ouest; la ligne d'arrivée se trouve du côté sud.

Dans son ensemble, le vélodrome comprend : une pelouse centrale; une piste cimentée; des promenoirs, des gradins, une tribune et des

loges pour les spectateurs; un quartier des coureurs; un buffet, une buvette, un garage et diverses autres dépendances.

La pelouse centrale se compose d'une zone médiane rectangulaire, présentant une longueur de $107^{m}92$ sur une largeur de $69^{m}40$, et de deux zones extrêmes, limitées par des courbes de $51^{m}556$ de flèche qui se raccordent aux longs côtés du rectangle.

Elle est gazonnée. Un seul groupe d'arbres existe vers le Nord-Est; l'Administration a renoncé à en établir d'autres, afin de ne pas cacher aux spectateurs, sur certains points, la vue des coureurs en piste.

Au pourtour de la pelouse règne la piste proprement dite en ciment armé. Cette piste a 10 mètres de largeur. Sa ligne de foi, distante de $0^{m}30$ du bord intérieur, est à niveau constant et présente un développement de 500 mètres (deux lignes droites de $107^{m}92$ et deux parties courbes de $142^{m}08$). Dans les parties droites, le profil en travers, qui théoriquement pourrait être horizontal, a une inclinaison de 0,04 vers la pelouse pour l'écoulement des eaux pluviales; dans les virages, ce profil est constitué en vue d'une vitesse de 65 kilomètres à l'heure.

La détermination du tracé de la ligne de foi, au point de vue du raccordement des alignements droits avec les abouts circulaires, et celle des inclinaisons aux virages ont soulevé des questions délicates. Ces questions avaient fait, de la part de M. Bourlet, l'objet de belles études qui sont résumées dans diverses publications de cet auteur et dont s'est inspiré M. Lefebvre.

Tous les calculs ont été basés sur un coefficient de 0,32 pour le frottement de glissement latéral d'un cycle sur une piste en ciment découverte.

Les alignements droits sont raccordés avec les arcs de cercle de $33^{m}25$ de rayon par des courbes à rayon décroissant, dites *Courbes de Cornu*. A l'origine, le rayon est celui qui permet encore une piste horizontale; sa valeur résulte de la formule $\frac{v^2}{gf}$, dans laquelle v, g et f représentent la vitesse par seconde, l'accélération due à la pesanteur et le coefficient de frottement. Ce rayon décroît ensuite progressivement.

Quant à la pente transversale en chaque point des virages, elle a été calculée en fonction de la vitesse, du rayon de courbure r et du coefficient de frottement par la formule $\frac{\frac{v^2}{rg}-f}{1+f\frac{v^2}{rg}}$. L'inclinaison varie dans un même profil et diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du centre. Dans les zones circulaires extrêmes, la dénivellation d'un bord à l'autre de la piste atteint 4^{m}372.

Pratiquement, M. Lefebvre a dû, pour éviter des jarrets sensibles, modifier très légèrement le profil en long que les calculs assignaient au bord extérieur de la piste. Ce profil comporte une courbe convexe au départ de l'alignement droit, une courbe concave aux abords de la partie circulaire, et enfin une section horizontale dans l'étendue de l'arc de cercle.

Le sol de la piste est constitué par une aire en ciment de 0^{m}05 d'épaisseur, avec ossature en treillis métallique. Ce treillis se compose de tringles d'acier rond d'un diamètre de 0^{m}008, espacées de 0^{m}20 au maximum. L'aire a été étendue en deux couches : 1° une couche inférieure de 0^{m}03, contenant une partie de ciment pour deux parties de sable dragué; 2° une couche supérieure de 0^{m}02, contenant un dosage égal de ciment et de sable tamisé, mise en place avant la prise de la couche inférieure et bouchardée quand elle était encore malléable, la grosseur des pointes de la boucharde variant avec l'inclinaison transversale de la piste. Cette aire repose sur une fondation en béton de 0^{m}03, au dosage d'un mètre cube de gravillon pour 150 kilogrammes de ciment, soutenue elle-même, de 3 mètres en 3 mètres, par des poutrelles armées, qui sont faites d'un treillis métallique noyé dans du mortier à 3 parties de sable pour une de ciment et qui ont une hauteur de 0^{m}20. Tous les 25 mètres, est ménagé un joint de dilatation, obtenu au moyen d'une poutrelle armée de 10 mètres de longueur, que portent des poutrelles perpendiculaires longues de 1^{m}50. Le ciment employé a été choisi à prise lente et provient de Grenoble (Porte de France); celui de l'aire est teinté par le mélange intime de 15 p. 100 d'anthracite pulvérisé. Une épreuve de charge à raison de 500 kilogrammes par mètre superficiel n'a révélé aucune

altération. Les travaux ont été payés au prix forfaitaire de 9 fr. 50 le mètre superficiel de projection horizontale, plus 10 francs par mètre linéaire de joint de dilatation.

A l'intérieur de la pelouse, sous un sentier de cailloux et gravillon, se développe un drain qui recueille les eaux pluviales de la piste et les conduit à deux puits absorbants, vers le milieu de la courbe des virages.

Une bande de gazon limite extérieurement la piste : elle a une largeur de 1m50 sur le côté nord et dans les virages, de 6m50 du côté de l'arrivée. Les spectateurs sont, d'ailleurs, séparés de la piste par une barrière à claire-voie d'un mètre de hauteur.

A 1m50 de la ligne de foi est tracée une seconde ligne dite corde extérieure, formant limite du champ dans lequel deux coureurs peuvent se dépasser. Un coureur a la faculté de passer devant celui qui le précède, en conservant la gauche, pourvu qu'il soit sur la ligne de foi et que son concurrent se trouve en dehors de la corde extérieure; si ce dernier est entre la ligne de foi et la corde extérieure, le premier coureur doit prendre la droite et n'a la faculté de revenir à la ligne de foi qu'à la condition d'avoir une avance de deux longueurs de bicyclette.

L'arrivée a été fixée à 5 mètres après l'entrée du virage est, ce qui donne depuis la sortie du virage nord une ligne droite de plus de 110 mètres à parcourir pour la lutte finale.

Parallèlement à la bordure du ciment, les distances sont indiquées de 10 mètres en 10 mètres sur la pelouse, à partir de la ligne d'arrivée. Une ligne de départ de couleur différente, située à 109m31 en avant de l'arrivée, repère la course du mille anglais en trois tours augmentés de cette longueur.

Le juge se tient sur la bande extérieure de gazon et occupe une tribune surélevée, en face du point d'arrivée. Sous cette tribune a été réservée une petite installation pour les chronométreurs. Un poteau placé sur la pelouse facilite l'appréciation du juge.

Un tableau numéroteur dressé à proximité signale aux coureurs le nombre de tours qu'ils ont encore à faire.

Tout autour de la barrière à claire-voie est un promenoir incliné transversalement à 0.10. Ce promenoir a une largeur de 10 mètres dans les virages, ainsi que sur le côté nord, et de 6 mètres sur le côté sud.

Dans les parties droites, en arrière du promenoir, sont aménagés des gradins. Du côté nord, affecté aux places à bon marché, les gradins ont $0^m 35$ de hauteur et $1^m 20$ de largeur; du côté sud, ils présentent une largeur de $1^m 80$ et une hauteur fixée à $0^m 35$ comme sur le côté nord, sauf pour le premier qui se trouve à $1^m 15$ au-dessus du promenoir.

Aux abords de l'arrivée, les gradins ont été couverts sur une longueur de 30 mètres. Ce travail, non compris au projet, a été exécuté par le Commissariat général de l'Exposition, afin d'abriter les spectateurs de la partie réservée et de former, au besoin, des tribunes pour les personnages officiels, la presse, etc.

En outre, 24 loges de 4 places, ayant $1^m 30$ sur $1^m 50$, ont été construites de part et d'autre de la tribune du juge et sont desservies par un couloir en communication avec le promenoir du passage réservé.

Une partie des gradins destinés aux coureurs et à leurs entraîneurs est isolée des gradins du public.

Normalement, il n'existe pas de division permanente entre les divers genres de places. Ces divisions s'établissent à titre temporaire, s'il y a lieu, lors des fêtes et suivant les convenances des organisateurs.

Les spectateurs disposent au total d'une superficie de 7,650 mètres carrés.

Le public accède au vélodrome : 1° du côté sud, par une avenue de 55 mètres de longueur, avec contre-allées, qu'ombragent quatre lignes de marronniers et qui se détache de l'avenue de Gravelle perpendiculairement au grand axe du vélodrome, pour se dédoubler ensuite en deux branches tournant le quartier des coureurs et aboutissant à deux portes vers les places réservées et les premières; 2° du côté nord, par deux portes donnant sur la route de la Plaine et desservant les places à bon marché.

Pendant l'Exposition, l'avenue principale était inutilisée; une allée spéciale, s'embranchant sur la route des Glacières, avait été créée dans l'enceinte.

Le quartier des coureurs est établi en arrière de la piste, côté sud, dans une haute futaie d'acacias, et dissimulé par des plantations faites à cet effet. Il comporte, à droite et à gauche de l'entrée médiane, deux groupes de 16 cabines, alignées parallèlement à l'axe du vélodrome et ayant 2 mètres sur 3 mètres. Ces groupes se terminent par quatre constructions d'angle formant huit cabines de 2 mètres sur 4 mètres (cabines communes pour hommes et femmes, bureau, magasin, poste médical, salle d'hydrothérapie).

Coureurs et entraîneurs accèdent à leur quartier par l'entrée de l'avenue de Gravelle. Ils pénètrent sur la piste par un passage spécial de 3 mètres, isolé des spectateurs.

Dans le quartier des coureurs s'élève un bâtiment à usage de buffet, qui couvre 100 mètres carrés. Le rez-de-chaussée est affecté aux personnes qui ont accès à ce quartier. Placé au niveau de la partie supérieure des gradins, le premier étage reçoit les spectateurs de la région sud du vélodrome, qui y accèdent par l'arrière de ces gradins. Des dispositions convenables de contrôle empêchent les spectateurs des premières de passer aux places réservées.

Une buvette de 33 mètres carrés, avec terrasse de 132 mètres carrés plantée d'arbres, a été disposée dans le talus, près de l'entrée ouest sur la route de la Plaine, pour les spectateurs des places à bon marché.

Des groupes de water-closets et d'urinoirs ont été établis en trois points; ils desservent respectivement le quartier des coureurs, les places du Nord et les places du Sud.

Un garage sans installation fixe se trouve près de l'avenue de Gravelle et de l'avenue principale d'accès au vélodrome.

La construction de la piste avec ses accessoires, non compris la tri-

bune édifiée par le Commissariat général, a coûté 300,000 francs environ, conformément aux prévisions du projet[1].

Cette piste a servi, en 1900, non seulement aux courses vélocipédiques, mais à beaucoup de fêtes et de concours, comme je l'indiquerai dans le chapitre consacré aux sports.

10. Water-closets. — Neuf groupes de water-closets, comprenant chacun 10 cabines et 4 stalles d'urinoirs, furent concédés, par voie d'adjudication restreinte, dans l'annexe du bois de Vincennes. Le cahier des charges ne différait du texte applicable à l'enceinte principale que sur les points suivants.

D'une part, le raccordement à l'égout n'était imposé que pour six groupes. Les trois autres groupes pouvaient être établis sur fosse fixe bien étanche avec valve à effet d'eau.

D'autre part, le marché limitait la gratuité des water-closets à une cabine pour chaque groupe; il prévoyait deux taxes de 0 fr. 10 et de 0 fr. 25 suivant la catégorie des cabines.

MM. Jacob et Cie se rendirent adjudicataires de la concession moyennant une redevance de 110 francs par édicule.

Au cours de l'été, ils reçurent l'autorisation de supprimer les écoulements d'eau dans les stalles d'urinoirs et d'appliquer le système du recouvrement d'huile.

[1] La dépense de la tribune a été de 18,385 fr. 89, ce qui porte à 168,385 fr. 89 le montant des imputations sur le budget de l'Exposition.

CHAPITRE XXII.

PARCS ET JARDINS.

---

§ 1er. Enceinte urbaine.

1. Difficultés de l'œuvre. — L'immense étendue de l'enceinte, la dissémination des espaces, l'obligation de ménager les emplacements de nombreuses installations en dehors des palais, la nécessité absolue de réserver des surfaces considérables aux expositions en plein air du groupe de l'horticulture, les transformations successives des plans originaires pour donner satisfaction à des demandes d'exposants ou de concessionnaires, l'encombrement des chantiers, la difficulté d'une protection efficace des parties créées contre les dégradations qui les menaçaient continuellement, tout rendait l'œuvre du jardinage très laborieuse et très délicate.

Cependant, au jour de l'inauguration, un irréprochable manteau de verdure et de fleurs parait les terrains couverts, la veille encore, de caisses et de détritus. Les parcs et jardins se montraient dignes de leurs devanciers, dignes aussi des palais élevés par les architectes. De véritables tours de force avaient été accomplis; le résultat faisait grand honneur au service et notamment à M. Vacherot, jardinier en chef.

2. Champs-Élysées. — 1. *Avenue Alexandre III.* — Deux projets furent étudiés concurremment. Ils consistaient : l'un, à aménager dans la zone médiane de l'avenue un jardin français et à encadrer ce jardin par deux chaussées, qu'une faible bande de verdure eût séparées des façades; l'autre, à ouvrir, suivant l'axe de l'avenue, une chaussée unique de 20 mètres de largeur normale, avec trottoirs bitumés et larges bandes de verdure. Le second projet parut préférable au pre-

mier : il assurait sans brisure les communications par la voie majestueuse qui allait relier les Champs-Élysées à l'Hôtel des Invalides en empruntant le pont Alexandre III; de plus, il évitait les motifs, tels que fontaines, colonnes, etc., qui auraient dû prendre place dans la partie médiane et dont la présence eût nui à la pureté de la perspective.

Une seconde question fort débattue était celle de savoir si les jardins contigus aux façades se borneraient à des fleurs et à des gazons, ou s'ils comprendraient des arbustes et même des arbres. Les architectes défendaient le premier système. Au contraire, le service du jardinage soutenait le second; il craignait qu'à défaut de plantations élevées le large espace compris entre les palais ne parût trop aride et trop nu; à son avis, des massifs de gros arbres aux extrémités et quelques forts sujets distribués dans les pelouses, loin de préjudicier aux palais, devaient jeter une note colorée sur les façades, les animer et en mieux faire ressortir l'ampleur. L'Administration supérieure adopta le deuxième système, étant entendu que les plantations devant les palais resteraient sobres et discrètes. Personne ne regrette plus le parti auquel elle s'est arrêtée.

Le service eut recours à un genre mi-français, mi-paysager, pour les jardins longeant les façades des palais. Parmi les arbres plantés dans l'avenue, il y a lieu de mentionner quatre beaux palmiers de Nice, comptant parmi les plus forts qui aient été vus à Paris, ainsi que des cèdres du bois de Vincennes, préparés une année à l'avance, transplantés avec des soins spéciaux et bien vivaces, en dépit du pronostic de certains spécialistes. Quatre bassins à jets d'eau, bordés d'arbres pleureurs divers, vinrent apporter aux pelouses le charme de leur miroitement, de leur fraîcheur et de leur bruissement. Ces pelouses furent livrées aux exposants de graines. MM. Croux, Defresne, Moser et Paillet fournirent en abondance des végétaux rares et décoratifs.

Cette partie des jardins offre un exemple frappant de rapidité dans l'exécution des travaux. Dix jours avant l'ouverture, le sol était occupé par des pierres et des déblais : au 14 avril, M. le Président de la République et le cortège officiel purent voir le gazon verdoyant, les





Phot. Floret



Phot. Vacharot

PARCS ET JARDINS

Champs-Élysées entre le Cours-la-Reine et le grand Palais

Chemin d'accès à la berge de la Seine

végétaux en place, les gros arbres plantés. L'effet produit fut excellent, et, dès le lendemain, le public admirait la floraison riche et variée des rhododendrons et des azalées.

2. *Pourtour des palais.* — Les jardins de raccordement autour des palais ne présentèrent pas de sérieuses difficultés d'arrangements.

Un seul travail mérite d'être particulièrement signalé : l'utilisation du tunnel sous le Cours-la-Reine et de la tranchée qui avaient servi aux transports de matériaux entre la Seine et les chantiers pendant la période de construction. Ce tunnel et cette tranchée furent aménagés en bancs de carrière avec pièce d'eau; les rochers ingénieusement disposés, les plantes aquatiques, les végétaux exposés par des horticulteurs tels que MM. Bruneau, Croux, Moser, etc., firent de la zone ainsi transformée l'un des coins les plus charmants et les plus remarqués de l'Exposition.

Le service du jardinage recourut largement aux plantes des exposants pour la garniture des massifs.

3. Cours-la-Reine et berges aux abords du pont Alexandre III. — L'Administration organisa de superbes jardins sur les chaussées du Cours-la-Reine, entre la porte de la Concorde et le pont des Invalides, et les mit à la disposition des exposants du groupe de l'horticulture. Elle réservait pour la circulation du public les allées plantées. Des dédoublements d'arbres et des élagages furent, d'ailleurs, opérés dans les lignes de plantations. Les espaces livrés à l'exposition horticole recevaient largement l'air et la lumière; grâce aux mesures prises, l'ombrage des marronniers n'entravait pas la vie des végétaux et devenait même pour eux un élément de conservation. Malgré la profusion des plantes et le nombre des massifs, le service avait su ménager habilement de belles échappées.

D'intéressantes sculptures, appartenant au groupe des œuvres d'art, bordaient et décoraient la magnifique avenue conduisant de la Porte monumentale au pont Alexandre III.

Les serres de la classe 43, distribuées avec goût et à demi mas-

quées au milieu des massifs, contribuaient à l'ornementation générale. Elles abritaient d'admirables collections de plantes.

Primitivement, le Commissariat général avait eu l'intention de créer des parterres de fleurs sur les berges basses de la Seine, de part et d'autre du pont Alexandre III. Il dut y renoncer pour faire place à des fruitiers, où étaient admis les seuls arbres formés, à l'exclusion des autres qui ne pouvaient être présentés que dans l'annexe du bois de Vincennes.

Une opération tout à fait remarquable et inusitée à Paris fut le relèvement d'un grand nombre d'arbres du Cours-la-Reine, par suite de l'exhaussement du quai près du pont Alexandre III. Elle porta sur 260 marronniers, dont 143 conservèrent leur emplacement antérieur et 117 subirent un déplacement. La circonférence de ces marronniers variait de $0^{m}75$ à $1^{m}40$ et la hauteur du relèvement, de $0^{m}40$ à $2^{m}20$. Effectué en deux phases, dont la dernière quelques jours avant l'ouverture, le travail réussit entièrement et la parfaite reprise des sujets en attesta le succès. Jamais œuvre si originale et si importante n'avait été accomplie à Paris. L'heureux résultat obtenu doit être attribué, pour une grande part, à l'emploi de terre vierge provenant de Choisy-le-Roi; plus de 6,000 mètres cubes de cette terre furent affectés tant aux arbres de l'Administration qu'à ceux des exposants.

Il y a lieu aussi de mentionner le transport temporaire au bois de Boulogne de nombreux arbres d'alignement, opération qui s'étendit, d'ailleurs, à d'autres régions de l'enceinte, notamment au Trocadéro et au Champ de Mars. Les emplacements choisis au bois pour cette transplantation provisoire se trouvaient, l'un contre le saut de loup du boulevard de Boulogne, l'autre le long de la route du bord de l'eau entre l'étang des tribunes et la porte de Saint-Cloud. Ils présentaient un bon sol d'alluvion et une situation abritée : le premier avait été principalement affecté aux marronniers du Cours-la-Reine et le second aux arbres de diverses essences, provenant du Champ de Mars et du Trocadéro, ainsi qu'aux arbustes. Les marronniers gardèrent leur vigueur et furent réemployés par la direction de la voirie pour reconstituer plus tard les plantations; quant aux autres arbres



Phot. Vacheret

RELÈVEMENT D'ARBRES AU COURS-LA-REINE



Phot. E. Gaillard

Phot. Vacheret

TRANSPLANTATION D'ARBRES AU CHARIOT

et aux arbustes, ils se refirent suffisamment et fourniront une précieuse ressource lors de la remise en état.

4. Esplanade des Invalides. — L'Esplanade des Invalides ne comportait de jardins que dans le parterre compris entre le quai d'Orsay et la rue centrale, autour des six prises d'air ménagées pour l'aération de la gare souterraine. D'après le plan initial, les prises d'air devaient être enveloppées de massifs d'arbustes verts et servir de centre à des carrés français avec plates-bandes de fleurs en bordure. Sans modifier ce plan, l'Administration abandonna plus tard les emplacements au groupe de l'horticulture, en vue d'une exposition de rosiers.

Un sol approprié avait été constitué de toutes pièces au-dessus de la plate-forme à ossature métallique recouvrant la gare des Invalides. Il se composait : 1° à la base, de mâchefer et de sable tout venant, bien pilonnés, sur une épaisseur de $0^m 10$ à $0^m 15$; 2° à la partie supérieure, d'une couche de terre dont l'épaisseur variait de $0^m 40$ à $0^m 60$. Les eaux drainées par la couche inférieure trouvaient leur écoulement dans des orifices au pourtour des carrés. Malgré la réverbération des bâtiments, la floraison ne laissa rien à désirer.

5. Cours-la-Reine entre les grandes serres. — Le service des parcs et jardins avait prévu un arrangement floral s'harmonisant avec les deux serres. Il s'effaça au profit des concours temporaires. Sa fonction se borna, dès lors, à diriger l'aménagement de ces concours et à fournir les ouvriers nécessaires.

6. Trocadéro. — Au Trocadéro, où s'élevaient de nombreuses constructions étrangères et tous les palais ou pavillons des colonies françaises et des pays de protectorat, le rôle du jardinier en chef consistait surtout : 1° à assurer la conservation des grands arbres existants; 2° à établir des raccordements d'allées et des encadrements de verdure.

Les travaux ne présentèrent d'autre difficulté que l'extrême brièveté du délai d'exécution.

Profitant de l'expérience acquise en 1889, le service avait constitué

une importante réserve de végétaux, en les arrachant d'avance afin d'en retarder l'évolution. En divers points de la section coloniale française et des sections étrangères, il fit sortir de terre comme par enchantement des jardins gracieux et parfaitement appropriés aux édifices voisins. Ces jardins offraient des sites intéressants et avaient la fraîcheur voulue. Ils ne le cédaient en rien, à ce double point de vue, aux jardins préparés de plus longue date en d'autres régions; seule, la végétation y était peut-être moins abondante, en raison de l'époque tardive des plantations.

M. Vacherot eût voulu, d'accord avec M. Dybowski, directeur du jardin colonial de Nogent-sur-Marne, utiliser dans la section coloniale française, des plantes venant, soit de ce jardin, soit directement des colonies. Différentes circonstances portèrent obstacle à la réalisation de ce projet; les espaces réservés furent garnis avec des plantes de serre acclimatées au régime parisien et fournies par la ville de Paris ou par des horticulteurs exposants.

Les deux carrés encadrant la cascade étaient affectés au groupe de l'horticulture.

7. Champ de Mars. — 1. *Parc bas.* — Afin de garder intacte la perspective s'étendant du Trocadéro au Château d'eau, l'Administration avait rigoureusement proscrit toute construction et toute plantation dans la partie centrale du parc bas, notamment sous la Tour. Cette zone, aménagée à la française, reçut des plates-bandes de gazon avec magnolias isolés et corbeilles ou médaillons garnis de fleurs de saison.

Le surplus du parc était, au contraire, envahi par les palais ou pavillons des puissances étrangères, des exposants, des concessionnaires. Il se trouvait dans une situation comparable à celle du Trocadéro et la mission du jardinier en chef y était la même.

2. *Jardin haut.* — Le parti d'ensemble adopté, dès le début, pour le jardin haut du Champ de Mars, créait suivant l'axe longitudinal de ce jardin une large allée de 30 mètres, maintenait les deux allées de platanes parallèles aux façades des palais, réservait des terrains de circulation entre les lignes d'arbres ainsi conservées et les édifices,



Phot. Vacherot

PARC BAS DU CHAMP DE MARS

Lac Suffren



Phot. Floret

PARC BAS DU CHAMP DE MARS

Lac La Bourdonnais



Phot. Vacherot



PARC BAS DU CHAMP DE MARS

Lac La Bourdonnais



Phot. Vacherot

JARDIN HAUT DU CHAMP DE MARS

Allée de platanes



Phot. Vacherot

PARC ET JARDIN DU CHAMP DE MARS

Banc rustique

enfin prévoyait une voie transversale reliant le porche du palais des Fils, Tissus, Vêtements, et celui du palais du Génie civil et des Moyens de transport. Il ne laissait au jardinage que des bandes relativement étroites.

Dans de telles conditions, le genre français semblait s'imposer. Mais son application exclusive eût péché par excès d'uniformité et aurait, en outre, réduit d'une manière excessive l'ombrage indispensable aux visiteurs qui sortaient des galeries pour faire une promenade à l'extérieur et y chercher le repos. Aussi parut-il opportun d'adjoindre au genre français le genre paysager, quelque difficiles que fussent les vallonnements sur des zones de si faible ampleur.

La structure définitivement admise fut donc la suivante :

1° Partie comprise entre le palais de l'Enseignement et le palais des Mines : genre entièrement paysager;

2° Partie voisine : raccordements paysagers à vallonnements très atténués;

3° De part et d'autre de la voie transversale : genre français;

4° Abords du Château d'eau : raccordements mi-français, mi-paysagers.

Cette solution rompait la monotonie et permettait de planter en abondance suffisante des arbres ou des arbustes.

Le service eut, d'ailleurs, soin de diriger les plantations d'arbres de première grandeur suivant un plan qui dégageât complètement la vue du Château d'eau pour les spectateurs placés dans l'axe de l'allée centrale un peu en avant de la Tour.

Des palmiers de Nice disposés pour la plupart le long de l'allée transversale, avec arrangements de verdure et de fleurs autour de leurs bacs, corrigeaient l'aride nudité de cette vaste zone sablée.

Au milieu des jardins s'intercalaient quatre kiosques à musique : deux à proximité de la Tour; deux près du Château d'eau. Les deux premiers en bois rustique, portés par un soubassement de rocher, avaient été construits d'après les dessins du jardinier en chef et fournis en location par des constructeurs; des filets d'eau formant cascades, des plantes de rocailles et des plantes grimpantes les agrémentaient et leur imprimaient un caractère de gaieté.

Quelques édicules, notamment des chalets de nécessité et des urinoirs bien dissimulés dans la verdure, venaient encore empiéter sur les espaces dont disposait le jardinage.

A peine est-il nécessaire de dire combien la tâche du service fut difficile au Champ de Mars, où les chantiers s'accumulaient les uns sur les autres, où s'amoncelaient les matériaux, où s'effectuaient des transports de toute nature. Il parvint néanmoins, au prix d'efforts incessants, à planter un an d'avance les végétaux d'ornement, à préparer les pelouses avant les jours fiévreux de la fin, à garder pour la dernière heure la disponibilité du personnel indispensable au parachèvement.

Les abords du Château d'eau donnèrent lieu à un «coup de collier» prodigieux. Quatre jours suffirent pour l'établissement des jardins dans cette région. Chefs et ouvriers y déployèrent une ardeur et une endurance merveilleuses.

8. Travaux divers. — Indépendamment du jardinage proprement dit, le service dut pourvoir à des travaux et à des opérations annexes : implantation et surveillance des palais ou pavillons dans les parcs et jardins, de concert avec d'autres services; distribution des bancs et des sièges; canalisations spéciales pour l'alimentation des jardins et bouches d'arrosage; réparations à la cascade du Trocadéro et aux lacs du Champ de Mars; déplacement de water-closets; aménagement d'urinoirs; etc.

9. Personnel. — Le personnel préposé, sous les ordres du jardinier en chef, aux études et à la surveillance des ateliers, comprenait : 1° pour le service de bureau, un jardinier principal chef de bureau, un chef de comptabilité, un piqueur commis d'ordre, un dessinateur, un expéditionnaire; 2° pour le service actif du jardinage proprement dit, deux conducteurs, un piqueur, un jardinier principal auxiliaire, un surveillant principal, deux chefs d'atelier; 3° pour le service actif de la voirie et des travaux divers, deux conducteurs, deux surveillants et deux chefs fontainiers.

Il existait dans le service deux grandes divisions limitées par la

Seine : rive droite (Champs-Élysées, quais de rive droite, berges basses près du pont Alexandre III, Trocadéro); rive gauche (Esplanade des Invalides, quai d'Orsay, berge basse près du pont Alexandre III, Champ de Mars).

Trois périodes peuvent être distinguées en ce qui concerne l'exécution : période de préparation (enlèvement d'arbres et de terre végétale, déplacement et suppression de conduites d'eau, démolition des anciennes fontaines lumineuses, suppression et construction de branchements d'égouts, etc.); période de création des jardins; période d'exploitation.

Pendant la période de création des jardins, le nombre des ouvriers a été de 100 au minimum et de 500 au maximum. Ces ouvriers étaient répartis en brigades de 10, 15 ou 20 hommes, travaillant sous la direction des surveillants et de chefs d'atelier.

Durant la période d'exploitation, le personnel ouvrier se composait de 77 hommes :

	RIVE DROITE.	RIVE GAUCHE.
Jardiniers	28	27
Jardiniers cantonniers	9	9
Fontainiers	2	2
Totaux	39	38

En outre, une équipe volante de 46 hommes (33 sur la rive droite et 13 sur la rive gauche) assurait les réparations des dégâts après les jours de fête, ainsi que divers travaux pour lesquels il eût été fâcheux de recourir aux ouvriers de l'entretien.

Trente-quatre brigadiers, sous-brigadiers et gardes étaient chargés de la surveillance des parcs et jardins :

	RIVE DROITE.	RIVE GAUCHE.	TOTAUX.
Brigadiers	1	1	2
Sous-brigadiers	1	1	2
Gardes	14	16	30
Totaux	16	18	34

De 8 heures à minuit, il y avait constamment 17 agents en service, au minimum : 6 aux Champs-Élysées, 2 à l'Esplanade des Invalides, 2 au Trocadéro, 7 au Champ de Mars. Entre 1 heure et 6 h. 1/2, puis entre 8 h. 1/2 et 10 heures, tous les gardes se trouvaient simultanément en service.

Aux jours de grande affluence, des jardiniers en uniforme prêtaient main-forte aux gardes, de manière à empêcher l'envahissement des pelouses et des massifs.

10. Statistiques diverses. — Voici quelques statistiques intéressantes :

SURFACES OCCUPÉES PAR LE SERVICE DES PARCS ET JARDINS.

AFFECTATIONS.	RIVE DROITE.				RIVE GAUCHE.				
	CHAMPS-ÉLYSÉES.	BERGES.	COURS-LA-REINE (rue de Paris).	TROCADÉRO.	ESPLANADE DES INVALIDES.	BERGES.	RUE des NATIONS.	CHAMP DE MARS.	MUSÉES CENTENNAUX.
	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.
Pelouses	11,396	"	894	9,832	505	"	"	26,233	250
Corbeilles	1,176	"	285	66	"	"	"	1,255	"
Massifs d'arbustes.	14,088	"	170	8,919	"	3,113	450	7,648	50
Fruitiers	2,861	1,936	"	"	"	"	"	"	"
Camélias	360	"	"	"	"	"	"	"	"
Rhododendrons	2,099	"	"	"	164	"	"	"	"
Rosiers	"	"	175	2,312	690	"	"	"	"
Allées sablées	23,002	2,324	"	26,585	624	3,000	"	34,739	"
Serres	1,884	"	2,850	"	"	"	"	"	"
Constructions	1,782	"	"	34,697	"	"	"	27,747	"
Bassins	280	"	"	1,421	"	"	"	"	"
Lacs	"	"	"	403	"	"	"	3,781	"
Rochers	251	"	"	"	"	"	"	"	"
	59,179	4,260	4,374	84,235	1,983	6,113	450	101,403	300
Totaux	152,048 mq				110,249 mq				
	Total général .... 262,297 mq								

FOURNITURES DIVERSES FAITES PAR ADJUDICATION OU MARCHÉ POUR LE JARDINAGE.

	m. c.		m. c.
Terre végétale	25,230	Paillis	737
Terreau	2,043	Sable	5,482
Terre de bruyère	612	Cailloux	299
Fumier	145	Gravillon	156

Heures de chevaux 63,680

MOUVEMENT DES ARBRES TRANSPLANTÉS AU CHARIOT.

Arbres simplement déplacés ou relevés dans l'enceinte de l'Exposition	491
Arbres { transplantés au dehors	1,653
Arbres { venant du dehors et transplantés dans l'enceinte	299
TOTAL	2,443

STATISTIQUE DES VÉGÉTAUX EMPLOYÉS EN DEHORS DES EXPOSITIONS HORTICOLES.

DÉSIGNATION DES VÉGÉTAUX.	ACHETÉS chez les HORTICULTEURS.	PROVENANT des PÉPINIÈRES et serres de la ville.	FOURNIS à titre GRACIEUX par les HORTICULTEURS.	TOTAUX.
Arbres d'ornement autres que les conifères	433	143	33	609
Arbres pleureurs	159	"	"	159
Conifères	105	35	94	234
Arbrisseaux et arbustes à feuilles caduques	7,274	7	70	7,351
Arbrisseaux et arbustes à feuilles persistantes	9,555	"	74	9,629
Arbustes sarmenteux et grimpants	785	"	1	786
Plantes herbacées grimpantes	4,100	1,600	"	5,700
Arbrisseaux et arbustes de terre de bruyère	"	"	363	363
Rosiers	183	"	720	903
Fougères en plein air	20	"	150	170
Plantes vivaces	416	112	100	628
Plantes aquatiques	"	"	265	265
Plantes de terre diverses	82	174	"	256
Plantes grasses diverses	2	"	225	227
Plantes diverses pour la garniture des corbeilles. { Plantes de printemps	20,172	22,400	"	42,572
Plantes diverses pour la garniture des corbeilles. { Plantes d'été	1,800	52,426	5,400	59,626
Plantes diverses pour la garniture des corbeilles. { Plantes d'automne	1,750	"	600	2,350

CANALISATION ET FONTAINERIE.

	CANALISATIONS EN FONTE.			CANALISATIONS EN PLOMB.			CANALISATIONS EN GRÈS.				
	0m 15	0m 10	0m 06	0m040	0m027	0m020	0m 50	0m 40	0m 30	0m 25	0m 20
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Rive { droite	580	1,545	425	80	533	97	493	"	90	"	869
Rive { gauche	"	520	1,370	160	559	423	391	7	11	131	837
TOTAUX	580	2,065	1,795	240	1,092	520	884	7	101	131	1,706

	BOUCHES D'ARROSAGE.	FONTAINES WALLACE.	PUISARDS.
Rive { droite	247	15	76
Rive { gauche	125	27	76
TOTAUX	372	42	152

IMPRIMERIE NATIONALE.

11. Liste des entreprises. — Les entrepreneurs ci-après dénommés ont concouru aux travaux, soit à la suite d'adjudications, soit en vertu de marchés de gré à gré :

Commission des ardoisières d'Angers (Urinoirs).

Baron (Déplacement de conduites d'eau).

Beau et Bertrand-Taillet (Canalisations pour une gazonnière au bois de Boulogne).

Berthier et Étienne (Jardinage, transplantation d'arbres, canalisations en ciment, puisards, égout).

Cante (Canalisations).

Chassin (Réparations au bassin du Trocadéro).

Combaz (Construction de rochers).

Cuel (Bordures de trottoirs, construction de bassins).

Dauphin et Bonnet (Transport de terre végétale).

Delalande-Sacristain (Transplantation d'arbres, gazonnière du bois de Boulogne).

Dioudonnat (Transplantation d'arbres).

Société d'entreprise générale de distribution et de concessions d'eau (Fontainerie, déplacements de conduites, etc.).

Grondel (Réfection d'un bassin au Champ de Mars).

Marsaud (Transplantation d'arbres).

Mathelin et Garnier (Canalisations, bouches d'arrosage, fontaines Wallace, jets d'eau, etc.).

Petit (Déviation d'égout, canalisations en grès, puisards, démolition des anciennes fontaines lumineuses).

Versillé (Transplantation d'arbres).

12. Dépenses. — Les dépenses se sont élevées à 1,526,146 fr. 69, savoir :

Travaux de préparation. (Enlèvement d'arbres, transplantations, égouts, dépose de canalisations, etc.)	319,302f 23c
Travaux de jardinage. (Fourniture de terre végétale, de terreau, etc.; plantations d'arbres au chariot, terrassements, règlement des massifs, gazons, etc.)	756,274 17
Travaux divers. (Maçonnerie, rochers, réfection de bassins, urinoirs, réparations diverses.)	57,002 71
A reporter	1,132,579 11

Report	1,132,579f 11c
Travaux de fontainerie	76,919 28
Entretien; service des gardes	236,330 40
Dépenses diverses	80,317 90
Total	1,526,146 69

Pour les jardins proprement dits, le prix de revient du mètre carré a été de 6 fr. 33.

§ 2. Annexe du bois de Vincennes.

1. Travaux paysagers et de jardinage. — Les emplacements assignés aux bâtiments et aux installations en plein air des exposants avaient été choisis de manière à éviter toute modification importante aux parties boisées, taillis ou futaies. Néanmoins, M. Lefebvre, conservateur du bois, a dû exécuter des travaux assez considérables.

De nombreuses allées furent ouvertes pour l'accès des bâtiments. Leur surface n'était pas inférieure à 50,000 mètres carrés. Elles exigèrent une dépense de 22,799 fr. 89.

Les pelouses existantes appelèrent, aux abords des routes ou allées nouvelles et près des constructions, certains remaniements qui portèrent sur une superficie de 50,000 mètres carrés et coûtèrent 18,200 francs.

Il fallut transplanter au chariot 95 végétaux de forte taille, dont 90 arbres à feuilles caduques (marronniers, platanes, érables, etc.) et 5 conifères, ce qui entraîna une dépense de 4,800 francs. Plus de 4,000 arbustes, répartis sur 15,000 mètres carrés, subirent aussi un déplacement, dont le coût fut de 4,600 francs.

L'Administration fit établir des pelouses nouvelles, disposa le long de ses bâtiments des plates-bandes avec plantations destinées à éteindre le ton cru du plâtre, aménagea un jardin paysager entre la façade sud-est du hall des Chemins de fer et la route des Glacières, organisa un jardin français dans le fer à cheval dessiné par le hall des Automobiles, aménagea des massifs afin de dissimuler certains murs.

Des deux jardins qui viennent d'être mentionnés, le premier comportait simplement des corbeilles fleuries et des conifères groupés ou isolés. Le second, plus étendu et très remarqué, affectait une forme trapézoïdale; il comportait une pelouse gazonnée, des plates-bandes fleuries rectangulaires sur les bords de la pelouse, d'autres plates-bandes en cœur ou en étoile aux angles et au centre, des conifères variés et des magnolias *grandiflora* rompant les lignes de ces plates-bandes, enfin cinq statues dans l'axe et au milieu des faces du motif; une chaussée de 12 mètres, avec deux accotements, séparait le jardin des plates-bandes accolées au hall et permettait l'évolution facile des véhicules.

Les pelouses nouvelles et bandes de gazon couvraient 35,000 mètres carrés. Elles obligèrent à des apports de terre végétale, à des achats de graines, à des ensemencements parfois renouvelés en raison des dégâts causés par le public. Les frais correspondants furent de 19,200 francs.

Prévoyant la plantation tardive de beaucoup de végétaux, le conservateur en avait fait préparer 9,500, dont 1,500 conifères dans des bacs, des paniers ou des tontines; cette préparation coûta 6,700 francs.

La garniture des jardins et ses renouvellements totaux ou partiels, d'abord en juin, puis en septembre, nécessitèrent l'acquisition de 30 arbres ou arbustes de choix (magnolia grandiflora, buis de Mahon, thuya aurea, gynerium, etc.) et de 25,000 plantes à fleurs (10,050 francs).

Plus de 8,000 arbres ou arbustes furent plantés dans les massifs et plates-bandes (19,900 francs).

L'entretien des allées, pelouses, massifs et corbeilles, l'arrosage, les fauchages fréquents, les réparations ou remplacements des appareils, imposèrent une charge de 18,527 fr. 97.

Il convient de rappeler, en outre, que le service du jardinage prépara le terrain consacré aux expositions du groupe de l'horticulture (plantes potagères; arbres fruitiers et fruits; arbres, arbustes, plantes et fleurs d'ornement; graines, semences et plants de l'horticulture et des pépinières), au Nord-Est du lac Daumesnil, près de l'avenue des Tribunes.

Le personnel employé en régie comprenait, pendant la période d'activité des travaux, 56 cantonniers ou manœuvres et 60 jardiniers. Après la fin des aménagements, il a été réduit à 25 cantonniers et 40 jardiniers (y compris les gardiens).

On peut évaluer à 16,269 fr. 45 les frais du gardiennage des jardins.

2. Curage du lac Daumesnil. Aménagement de ses bords. — Le lac Daumesnil a une surface totale de 108,740 mètres carrés. Son radier, construit en béton de chaux avec enduit de ciment, est recouvert d'une couche d'argile de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur. Bien qu'il fût peu vaseux, la faiblesse de sa profondeur, qui en certains points atteint à peine 0^m50, fit craindre que la circulation des bateaux à moteur ne troublât l'eau et ne provoquât des émanations désagréables. L'Administration décida donc un curage, qui porta sur les deux tiers de la superficie et plus spécialement sur les parties les moins profondes.

Une voie Decauville fut installée sur la couche d'argile, qui offrait assez de résistance; les vases, chargées dans des wagonnets, étaient conduites par traction animale, en empruntant le sentier de la Demi-Lune, l'avenue Daumesnil, l'esplanade du Château et la route de la Pyramide, vers une zone du bois de Vincennes non ouverte au public et dite «ancien tir national», puis déchargées dans des fossés devenus inutiles. La couche de vase ainsi enlevée a atteint une moyenne de 0^m12 à 0^m15 d'épaisseur et représenté un cube de 9,200 mètres cubes.

L'opération a coûté 39,132 fr. 98, dont 2,700 francs environ pour achat de désinfectants, de bottes, ainsi que de café, rhum, sucre et quinine, distribués à titre préventif aux ouvriers.

Les berges du lac étaient en terre et risquaient d'être détruites sous l'action des vagues soulevées par les bateaux à moteur. Aussi le Commissariat général résolut-il d'y établir des bordures maçonnées.

Ces bordures mesuraient 3,112 mètres de longueur. Elles se composaient d'un massif trapézoïdal de béton, de 0^m42 de hauteur et de 0^m25 d'épaisseur moyenne, avec un enduit dans la moitié supérieure et un bourrelet de couronnement haut de 0^m08. Le béton était fait avec du

gravillon de rivière et du ciment de la Porte de France au dosage de 200 kilogrammes pour 1 mètre cube de gravillon; quant à l'enduit et au bourrelet, ils contenaient 450 kilogrammes du même ciment par mètre cube de sable tamisé.

La dépense a été de 14,977 fr. 12.

3. Renforcement des passerelles du lac Daumesnil. — Les îles de Bercy et de Reuilly sont reliées entre elles et à la terre ferme par deux passerelles suspendues d'une ouverture de 25 mètres environ et d'une largeur de 5 mètres. Ces passerelles étaient loin d'offrir la résistance voulue; le Commissariat général décida les travaux confortatifs nécessaires pour permettre aux ouvrages de subir les épreuves prescrites par l'instruction ministérielle du 29 août 1891, c'est-à-dire de supporter une surcharge de 400 kilogrammes par mètre carré, sans que le travail du métal dépassât les limites réglementaires.

Deux câbles neufs en fils d'acier de haute résistance assemblés à torsions alternatives, suivant le système Arnodin, furent ajoutés à chacun des câbles anciens; leurs tirants d'ancrage, au nombre de 4 par câble, étaient également en acier.

Il fallut aussi enlever les anciennes tiges de suspension et placer des tiges nouvelles en fer forgé.

Ces travaux, confiés à M. Arnodin, entraînèrent une dépense de 11,190 fr. 50, soit 5,595 fr. 25 par passerelle.

4. Organisation d'un service de bateaux de promenade sur le lac Daumesnil. — La ville de Paris avait un service de bateaux de promenade sur le lac Daumesnil. Ce service fut repris par le Commissariat général pendant l'Exposition; il comportait 17 embarcations.

Conformément à un arrêté du Ministre du commerce, le tarif était le suivant :

Passage : 0 fr. 10 par personne.

Promenade en bateau ordinaire : la demi-heure, 0 fr. 50 par personne; chaque quart d'heure en sus, 0 fr. 25 par personne.

Promenade en bateau à voile : l'heure, 2 francs par personne; chaque demi-heure en sus, 1 franc par personne.



LAC DAUMESNIL
(Bois de Vincennes)

Chaque bateau avait un canotier à bord, pour accompagner les promeneurs.

Les dépenses (salaire et habillement des canotiers, entretien des bateaux) s'élevèrent à 8,399 fr. 72. Quant aux recettes, elles atteignirent 10,986 fr. 95, représentant 89,017 passages du lac et 2,085 heures 1/4 de promenade en bateau ordinaire; ces recettes étaient perçues au moyen de tickets détachés d'un registre à souche.

CHAPITRE XXIII.

TOUR DE 300 MÈTRES.

1. Convention entre l'État et la société de la Tour Eiffel pour l'Exposition universelle de 1900. — La Tour de 300 mètres a été construite par M. Eiffel pour l'exposition universelle de 1889, en vertu d'une convention du 8 janvier 1887 entre l'État, la ville de Paris et cet ingénieur. Aux termes du contrat, M. Eiffel recevait une subvention de 1,500,000 francs sur les crédits de l'Exposition et le droit d'exploiter la Tour à ses risques et périls, non seulement pendant l'année 1889, mais aussi pendant les vingt années 1890 à 1909, bien que la ville devînt propriétaire du monument après l'Exposition. Il restait maître de la fixation des tarifs dans la limite des maxima suivants :

Ascension totale......	Jours ordinaires	5 francs.
	Dimanches et fêtes................	2
Ascension au 1er étage.	Jours ordinaires	2
	Dimanches et fêtes	1

La convention prévoyait, d'ailleurs, la possibilité d'une modification de ces maxima, sur la demande du constructeur, si l'expérience en démontrait la nécessité.

Une société formée le 31 décembre 1888 se substitua au concessionnaire pour l'exploitation de la Tour.

Cette société avait un intérêt manifeste à ce que l'édifice fût englobé dans le périmètre de l'Exposition de 1900, de manière à profiter de l'affluence des visiteurs. L'incorporation devait être également avantageuse à l'État, en lui permettant d'éviter les sujétions qu'eût inévitablement entraînées le maintien d'accès spéciaux à la Tour.

Des pourparlers furent engagés par la société avec l'Administration de l'Exposition, à laquelle la ville, nue propriétaire, avait transmis temporairement ses droits conformément à l'article 2 de la convention

du 18 novembre 1895, approuvée par la loi du 13 juin 1896. Ils aboutirent à un contrat du 28 décembre 1897, passé entre le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1900 et la société, après avis favorable de la Commission supérieure, contrat que M. Henry Boucher, Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, revêtit de son approbation le 23 février 1898 et dont voici les dispositions essentielles. (Pièce annexe n° 23.)

La Tour était comprise dans le périmètre de l'Exposition de 1900. (Art. 2.)

Comme précédemment, la société continuait l'exploitation à ses risques et périls. (Art. 3.)

Elle était tenue de soumettre à l'approbation du Commissaire général tous les contrats de sous-location et de concessions diverses qu'elle conclurait avec des tiers; ces contrats devaient être établis conformément aux clauses et conditions générales arrêtées par le Ministre du commerce, le 15 avril 1897, pour les concessions d'expositions payantes, d'établissements de spectacle ou de consommation et d'établissements similaires, autant qu'il n'en résulterait pas d'atteinte aux droits conférés à la société par la convention de 1887 et consacrés par les précédents de 1889. Les tiers substitués éventuellement à la société ne pouvaient être soumis à aucune redevance au profit du budget de l'Exposition. (Art. 4.)

Les maxima fixés en 1887 pour le prix des ascensions entre 11 heures du matin et 6 heures du soir étaient maintenus. Mais le Commissaire général avait la faculté de les modifier sur la demande de la société. (Art. 5.)

A l'article 6 se trouvaient reproduites les dispositions du contrat de 1887, en vertu desquelles la société avait l'obligation de mettre à la disposition du Commissaire général, pour des expériences scientifiques et militaires : 1° une salle spéciale à chaque étage; 2° un nombre déterminé d'entrées gratuites, donnant droit à l'usage des ascenseurs.

L'Administration de l'Exposition avait le droit de disposer des terrains placés sous la Tour, à charge de réserver autour des piliers les accès nécessaires. (Art. 7.)

En cas d'autorisation de taxes supérieures aux maxima normaux fixés

par l'article 5, la moitié de l'excédent devait être versée au budget de l'Exposition. Ce budget profitait, d'ailleurs, de la redevance annuelle de 100 francs stipulée en 1887. (Art. 8.)

La société prenait à sa charge toutes les dépenses d'entretien et d'exploitation, notamment celles des illuminations à organiser d'après un programme qui serait arrêté d'accord avec l'Administration de l'Exposition et qui comprendrait : 1° l'allumage journalier de 10,000 lampes électriques ; 2° pour les fêtes spéciales, des projections colorées produisant l'effet d'embrasements ou, à défaut de succès de ces projections, des flammes de Bengale. (Art. 9.)

Elle se soumettait aux clauses et conditions générales visées par l'article 4, sous la réserve inscrite à cet article. Les porteurs de bons ne jouissaient d'aucune réduction sur les tarifs. (Art. 10.)

2. Améliorations diverses apportées à la Tour en vue de l'Exposition universelle de 1900. — Il fallait faire la toilette de la Tour en vue de l'Exposition universelle de 1900.

La société décida, en outre :

1° D'apporter aux ascenseurs diverses améliorations, destinées spécialement à en accroître la capacité de débit ;

2° De faciliter la circulation sur les plates-formes, en leur attribuant une surface utilisable plus grande.

Elle avait aussi à assurer l'illumination du monument, en conformité de la convention du 28 décembre 1897, et à réaliser quelques autres modifications de détail.

Ces travaux vont être rapidement passés en revue.

3. Peinture de la Tour. — Une réfection de la peinture s'imposait absolument. A la suite d'essais poursuivis en 1897 et 1898, la société adopta la peinture Hartog. Suivant le désir exprimé par le Commissariat général, le ton choisi fut celui de l'ocre jaune, qui devait donner au métal, sous les rayons du soleil, un vif éclat et des reflets dorés, bien en rapport avec l'aspect général de l'Exposition. Foncée dans les parties inférieures, la teinte se dégradait en montant vers le sommet de la Tour : cette réduction d'intensité de la couleur répondait à la diminution pro-

gressive de la masse métallique; elle accentuait l'impression de légèreté et d'élévation produite par le monument.

La première couche fut appliquée au printemps de 1899; la seconde, pendant les mois d'octobre et de novembre de la même année.

4. Ascenseurs et escaliers. — 1. *Situation antérieure à l'Exposition.* — Avant l'Exposition de 1900, les moyens d'ascension étaient les suivants.

Les piliers est et ouest avaient été pourvus, entre le sol et la première plate-forme, d'un escalier droit de 1 mètre de largeur, coupé par de nombreux paliers; l'escalier ouest servait à la montée et l'escalier est à la descente. De la première à la deuxième plate-forme, chacun des piliers comportait un escalier hélicoïdal de 0m60 sans paliers, beaucoup plus raide que les précédents : la montée s'effectuait par les escaliers nord et sud, la descente par les escaliers est et ouest. Enfin, de la deuxième à la troisième plate-forme, il existait un escalier hélicoïdal installé dans l'axe de la Tour, mais non livré au public.

D'autre part, l'ascension mécanique était assurée par cinq ascenseurs :

Du sol à la première plate-forme, deux ascenseurs Roux, Combaluzier et Lepape, placés dans les piliers est et ouest;

Du sol à la deuxième plate-forme, deux ascenseurs Otis, placés dans les piliers nord et sud;

De la deuxième à la troisième plate-forme, un ascenseur Edoux.

Une usine à vapeur aménagée dans le pilier sud fournissait l'eau sous pression nécessaire aux ascenseurs et alimentait en même temps l'éclairage électrique.

2. *Remplacement des ascenseurs placés dans les piliers est et ouest.* — Les ascenseurs Roux, Combaluzier et Lepape, dont la course s'arrêtait à la première plate-forme, furent démontés pour faire place à deux ascenseurs nouveaux de grande puissance, construits par la compagnie de Fives-Lille et desservant, non seulement le premier étage, mais aussi le second.

Cette substitution avait pour but d'étendre la course des ascenseurs jusqu'au deuxième étage, d'augmenter leur contenance, d'accroître leur vitesse dans une forte proportion. Accessoirement, elle permettait la suppression au moins partielle des réserves d'eau qui encombraient et surchargeaient les étages de la Tour. Les nouveaux appareils réalisaient encore certaines améliorations telles que le redressement du plancher des cabines, auquel la courbure des piliers imprimait normalement une inclinaison pendant la course, et l'adaptation de freins de sécurité très perfectionnés.

Voici, brièvement indiqué, le principe des ascenseurs Fives-Lille.

De grandes poulies sont établies un peu au-dessus de la deuxième plate-forme et reçoivent des câbles, dont un brin supporte la cabine, tandis que l'autre se fixe au pied de la Tour après s'être mouflé autour d'un équipage mobile. Quand cet équipage s'allonge, la longueur enroulée du câble augmente, celle de la partie libre diminue et la cabine monte; lorsqu'au contraire l'équipage se raccourcit, des effets inverses se produisent.

La cabine présente deux compartiments superposés et un poste pour le conducteur. Cent personnes peuvent y prendre place. Elle est supportée, au moyen d'un système articulé, par un châssis à quatre galets porteurs qui roulent sur des rails : les chemins de roulement supportant les rails avaient été créés dès 1889 jusqu'à la deuxième plate-forme, bien que les ascenseurs Roux, Combaluzier et Lepape s'arrêtassent au premier étage.

Pour la suspension de la cabine, le constructeur a employé six câbles en acier, répartis en deux groupes de trois. Ces groupes de câbles passent de part et d'autre de la cabine; ils sont attelés aux extrémités de palonniers articulés, munis de ressorts et disposés à la partie inférieure du châssis. Des galets d'appui s'opposent aux déviations des câbles sous l'action du vent.

Les poulies de suspension, au nombre de deux, ont quatre mètres de diamètre et portent chacune trois gorges.

A la base des piliers, chaque groupe de trois câbles s'enroule sur un équipage mobile distinct, ayant pour organe essentiel une presse hydraulique dont le piston parcourt une course de 16^{m}125. Le mouflage

est composé : 1° de trois poulies fixes à gorge, situées en arrière du corps de pompe; 2° de quatre poulies semblables portées par le piston et se déplaçant avec lui. Une autre poulie placée un peu au-dessus de la presse hydraulique donne aux câbles une direction sensiblement horizontale avant leur enroulement. Des galeries souterraines, construites sous le Champ de Mars où elles se prolongent en dehors des piliers de la Tour, abritent les presses hydrauliques et leurs équipages mobiles.

Les presses fonctionnent sous une pression d'eau de 54 kilogrammes par centimètre carré. Dans chaque pilier se trouvent, entre les deux presses hydrauliques jumelles, deux accumulateurs à haute pression, d'une contenance de 2,115 litres chacun, qui reçoivent l'eau refoulée par l'usine.

Tant que les accumulateurs restent en communication avec les presses, la course des pistons s'effectue et la cabine s'élève; un jeu de soupape provoque la mise en marche et l'arrêt. Lorsque, après être parvenue à la deuxième plate-forme, la cabine doit redescendre sous l'influence de son propre poids, les presses sont mises en communication avec un autre accumulateur de 3,230 litres, où l'eau est évacuée et se détend jusqu'à 17 kilogrammes de pression.

Les freins automatiques de sûreté consistent en robustes palettes qui se trouvent sous le châssis de la cabine et dont les extrémités, en s'abattant, sont prises entre les dents de deux crémaillères doubles en acier moulé établies le long des chemins de roulement. Ces freins peuvent également fonctionner à la main. Le choc déterminé par l'arrêt brusque qu'ils produisent est amorti au moyen de petites presses à glycérine d'une course de 2^{m} 50.

Pratiquement, la durée du trajet total, aller et retour, y compris les arrêts à la première plate-forme, est de 7 minutes.

3. *Modification de l'ascenseur du pilier nord. Suppression de l'ascenseur du pilier sud; remplacement par un escalier.* — L'ascenseur Otis placé dans le pilier nord a reçu une nouvelle cabine à deux compartiments, susceptible de contenir 80 personnes. Au lieu de desservir le second étage, il ne monte plus qu'au premier; le mode de mouflage des câbles tracteurs a été modifié en conséquence. Le véhicule et la voie de rou-

lement sont d'un système analogue à celui des ascenseurs Fives-Lille; toutefois, la cabine n'a pas d'organes de redressement. Chaque voyage, aller et retour, avec les arrêts, demande théoriquement 2 minutes.

Quant à l'ascenseur Otis du pilier sud, il a été supprimé et remplacé par un escalier établi sur le poutrage qui supportait le chemin de roulement. Cet escalier présente une largeur : de 1 mètre, entre le sol et la première plate-forme; de $1^m 50$, entre la première plate-forme et la seconde. Il est composé de volées rectilignes successives, séparées par des paliers dont les principaux ont 1 mètre de largeur et $3^m 20$ de longueur[1].

4. *Modification de l'ascenseur reliant la deuxième plate-forme à la troisième.* — A chacune des deux cabines de l'ascenseur Edoux a été superposée une cabine nouvelle. La distribution de l'eau a reçu des améliorations qui, en diminuant les pertes de charge, ont permis de réaliser une vitesse de 1 mètre par seconde et d'effectuer 10 voyages à l'heure. Un frein hydraulique, interposé entre la cabine inférieure et l'ancien frein hélicoïdal Backmann à ressorts Belleville de la deuxième plate-forme, est venu donner une garantie supplémentaire de sécurité.

5. Plates-formes. — Des changements d'ordre secondaire ont été apportés à la première et à la troisième plate-forme. La seconde plate-forme a subi des transformations plus importantes : élargissement de 2 à 4 mètres, de la galerie de pourtour; suppression de la toiture qui couvrait cette galerie; création d'une terrasse légère, dallée en ciment armé, au-dessus d'une partie de la plate-forme; concentration des petits édicules disséminés en un pavillon central; allègement de l'ancien plancher, dont le poids fut diminué de 348 tonnes, afin de compenser la charge supplémentaire de 355 tonnes.

6. Illuminations. — La Tour était éclairée et illuminée au moyen de l'électricité produite dans l'usine du pilier sud.

[1] Les anciens escaliers hélicoïdaux reliant la première plate-forme à la seconde, beaucoup moins commodes que le nouveau, ont pu être fermés au public.



Phot. Mathieu

TOUR DE 300 MÈTRES. — ILLUMINATIONS

Pour l'illumination proprement dite, la société fit répartir sur toute la hauteur de l'édifice environ 5,000 lampes à incandescence, munies de réflecteurs[1]. Ces lampes, disposées en cordon, dessinaient les lignes principales de l'architecture.

Suivant les prévisions du contrat de 1897, des essais d'embrasement par projections furent entrepris à l'aide d'arcs puissants qui éclairaient de bas en haut et dont le faisceau lumineux léchait la charpente. L'insuffisance des résultats obtenus conduisit à revenir aux feux de Bengale déjà utilisés lors de l'exposition de 1889.

Outre les deux projecteurs de $0^{m}90$ qui existaient antérieurement et dont l'un servit, en 1900, à éclairer le groupe de sculpture couronnant le palais de l'Électricité, la société installa un projecteur de 2 mètres dirigé sur Paris.

7. Usine de force motrice et d'électricité. — Des changements furent apportés à l'usine établie dans le pilier sud, pour la mettre à même de satisfaire aux nouveaux besoins.

Le plus essentiel consista dans l'addition temporaire : 1° de deux chaudières Babcok et Wilcox, pouvant vaporiser ensemble 4,000 kilogrammes d'eau par heure à la pression de 12 kilogrammes; 2° de deux groupes électrogènes Carels-Sautter, de 340 chevaux chacun. Cette installation supplémentaire disparut après l'Exposition.

8. Améliorations diverses. — Il suffit de mentionner pour mémoire quelques améliorations accessoires, notamment la réorganisation du service de secours contre l'incendie, suivant les prescriptions de la Préfecture de police, et l'installation, dans tout l'édifice, d'un réseau téléphonique plus complet : ce réseau permettait des communications constantes entre les ascenseurs en marche et les étages desservis par ces appareils.

9. Commission de surveillance. — A l'époque de la construction,

[1] L'emploi de réflecteurs a permis de réduire le nombre de lampes prévu à la convention du 28 décembre 1897.

Préfet de la Seine, pour fixer le contingent que pourrait fournir la ville de Paris et les conditions dans lesquelles se ferait cette fourniture.

Dès l'abord, il fut reconnu que les ressources de la ville ne suffiraient pas à l'ensemble du service et que l'Administration de l'Exposition serait obligée de se pourvoir, par ses propres moyens, de l'eau nécessaire au Château d'eau du Champ de Mars et aux condenseurs des groupes électrogènes, sauf un appoint de 300 litres par seconde, susceptible d'être prélevé sur les approvisionnements municipaux. La part du service ainsi laissée à la charge exclusive de l'Exposition était de beaucoup la plus considérable : elle exigea l'installation, sur les bords de la Seine, d'une puissante usine élévatoire; un chapitre spécial sera consacré à cette usine et aux canalisations qui en formaient le complément.

Pour le surplus, les disponibilités de la ville offraient assez d'élasticité.

Aux termes de la convention passée le 6 août 1898 entre le Commissaire général et le Préfet de la Seine, et approuvée le 10 du même mois par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (pièce annexe n° 24), la ville s'engageait à fournir, pendant la durée de l'Exposition : 1° dans la limite précédemment indiquée, les eaux d'Ourcq et de Seine provenant des réservoirs municipaux; 2° l'eau de source destinée aux fontaines de puisage public, à la consommation domestique et aux industries alimentaires.

Elle livrait gratuitement l'eau de l'Ourcq. La gratuité était également consentie pour l'eau de Seine, jusqu'à concurrence d'un volume moyen journalier de 6,000 mètres cubes, l'excédent devant être payé à raison de 0 fr. 05 par mètre cube. Quant à l'eau de source, la ville la donnait sans rétribution ou la taxait à 0 fr. 15 le mètre cube, suivant qu'elle passait par les fontaines de puisage public ou qu'elle servait à d'autres usages.

La livraison régulière des eaux restait subordonnée aux besoins généraux de la ville et aux accidents qu'éprouveraient les organes d'approvisionnement ou de distribution.

Toutes les manœuvres des robinets de prise sur les conduites publiques demeuraient confiées au service municipal.

Des compteurs établis par le Commissariat général, aux emplacements que déterminerait l'Administration municipale, devaient jauger les quantités d'eau donnant lieu à perception au profit de la ville.

La convention du 6 août 1898 contenait aussi un certain nombre de dispositions relatives aux conduites. Ces dispositions portaient à la fois sur le réseau de distribution des eaux fournies par la ville, sur les canalisations desservies par l'usine élévatoire et sur les conduites de retour des eaux chaudes.

D'une manière générale, la ville autorisait l'occupation du sous-sol des voies publiques voisines de l'Exposition pour la pose des tuyaux.

Elle se réservait le droit de conserver définitivement en place certaines conduites qui seraient désignées avant l'exécution; les autres devaient être enlevées après l'Exposition.

Le Commissariat général acceptait, pour la pose et la dépose, la surveillance des ingénieurs municipaux; il contractait l'obligation de ne traiter qu'avec des entrepreneurs figurant sur la liste d'admissibilité aux adjudications de la ville. Étaient d'ailleurs distraits les robinets de prise sur les conduites publiques et les conduites destinées à devenir définitives : l'Administration municipale faisait exécuter cette partie des travaux, au compte du budget de l'Exposition, par les entrepreneurs de fontainerie de la ville et suivant les conditions des marchés en cours.

Enfin la ville consentait à racheter, avant la fin de 1901, les tuyaux, pièces de fonte et appareils de distribution provenant des conduites déposées dont le diamètre ne dépasserait pas 0^{m} 80; exceptionnellement, elle étendait ce rachat à 200 mètres de conduites de 1^{m} 10. La reprise était subordonnée à la conformité aux types admis par le service municipal, à la réception par ce service avant la pose, à des épreuves et essais nouveaux après la dépose, ainsi qu'à un nettoyage et à un regoudronnage. Pour les pièces livrées dans ces conditions aux dépôts et pour les conduites incorporées au réseau municipal, la convention fixait le prix de rachat des tuyaux à 140 francs la tonne et

celui des pièces de fontainerie à 85 p. 100 du prix des marchés en cours.

3. Affectation et répartition, entre les diverses parties de l'enceinte, des eaux fournies par la ville. — Les eaux de Seine, amenées des réservoirs de Villejuif (altitude, 89 mètres) et de Passy (altitude moyenne, $71^{m}95$), servaient à l'arrosage, au lavage des galeries et des chaussées, à l'alimentation de la partie haute du Château d'eau et de la cascade du Trocadéro, aux usages hygiéniques et industriels.

Partout où la faible pression des eaux de l'Ourcq le permettait, elles étaient affectées aux mêmes usages que les eaux de Seine. L'Administration les employait, en particulier, à l'arrosage des jardins, au lavage, aux usages hygiéniques.

Les eaux de la Vanne, venant des réservoirs de Montrouge (altitude, $76^{m}89$), et les eaux de l'Avre, venant du réservoir de Montretout (altitude moyenne, $104^{m}50$), étaient réservées aux fontaines publiques de puisage, aux établissements de consommation, aux industries alimentaires; elles suppléaient les eaux de Seine pour les usages industriels, sur les points où ces eaux faisaient défaut et où l'insuffisance de pression rendait les eaux de l'Ourcq inutilisables.

Dans les diverses parties de l'enceinte, les eaux de Seine et les eaux de source servaient concurremment à la défense contre l'incendie, pour laquelle les eaux de l'Ourcq n'étaient pas susceptibles d'emploi.

Le tableau suivant indique l'origine et la pression moyenne des eaux fournies par la ville dans les diverses parties de l'enceinte :

RÉGIONS.	EAUX DE RIVIÈRE.		EAUX DE SOURCE.	
	SEINE. PRESSION MOYENNE.	OURCQ. PRESSION MOYENNE.	VANNE. PRESSION MOYENNE.	AVRE. PRESSION MOYENNE.
Champs-Élysées	25^{m}	8^{m}	35^{m}	"
Esplanade des Invalides	"	8	35	"
Quais et berges de rive droite	25	8	35	"
Quais et berges de rive gauche	"	8	35	"
Trocadéro. Région haute	15	"	20	34^{m}
Trocadéro. Région basse	35	"	30	44
Champ de Mars	45	8	38	"

4. Structure des réseaux de distribution[1]. — 1. *Champs-Élysées.* — La démolition du palais de l'Industrie, le percement de l'avenue nouvelle et la construction des nouveaux palais avaient entraîné la suppression complète des conduites, d'ailleurs peu importantes, qui existaient auparavant dans cette partie de l'enceinte, à l'exception cependant des canalisations du Cours-la-Reine et du quai de la Conférence, simplement coupées ou déviées près de la porte de la Concorde et près du pont des Invalides (au passage du tunnel de service).

Il fallut créer : 1,150 mètres de conduites d'eau de Seine, dans l'avenue nouvelle, au Nord du grand Palais et au pourtour du petit Palais; 2,190 mètres de conduites d'eau d'Ourcq, dans l'avenue nouvelle et les jardins; 1,020 mètres de conduites d'eau de source, le long de l'avenue et dans les jardins.

Tel qu'il se comportait définitivement, le réseau des *eaux de Seine* avait environ 2,000 mètres de développement et comprenait :

1° Le long du Cours-la-Reine, entre la porte de la Concorde et l'avenue d'Antin, une conduite maîtresse ancienne de $0^m 50$, posée en terre;

[1] Dans la description du réseau, il n'est tenu compte ni des conduites secondaires en plomb posées par le service du jardinage, ni des canalisations intérieures du grand et du petit palais des Champs-Élysées. Ces dernières canalisations, établies par les architectes, faisaient partie de l'aménagement intérieur et définitif des palais; elles échappaient à l'application du contrat passé, le 6 août 1898, entre l'État et la ville; les dépenses correspondantes ont, d'ailleurs, été comprises dans le décompte d'ensemble des édifices. Le tableau ci-dessous, qui n'est donné ici que pour mémoire, groupe les principales indications relatives aux conduites en fonte du grand Palais et du petit Palais :

PALAIS.	NATURE des EAUX.	DIAMÈTRE DES CONDUITES.	LONGUEUR DES CONDUITES.	NOM de L'ENTREPRENEUR.	DÉPENSES.			
					FOURNITURE de fontes.	FOURNITURE de robinets.	TRAVAUX de fontainerie.	TOTAL.
Grand Palais.....	Eaux de Seine.......	$0^m 15$ 0 10	770^m 770	Monduit.........	29,500f	1,200f	19.800f	50,500f
	Eaux de source.......	0 06	770					
Petit Palais......	Eaux de source.......	0 08 0 06	140 235	Thomasset........	2,485	1,040	2,415	5,940

2° De part et d'autre de l'avenue nouvelle, deux canalisations neuves de 0m 15, se détachant de la précédente, d'abord placées en terre, puis posées dans les égouts;

3° Près des façades latérales et postérieure du petit Palais, une conduite neuve de 0m 10, placée en terre;

4° Entre les canalisations longitudinales de la nouvelle avenue, une jonction neuve de 0m 15, sous galerie;

5° Entre l'extrémité nord de la canalisation contiguë à la façade principale du grand Palais et la conduite ancienne de 0m 50 de l'avenue d'Antin, une autre jonction neuve de 0m 15, posée en terre;

6° Enfin, la conduite maîtresse précitée de l'avenue d'Antin, placée en terre.

Le réseau des *eaux d'Ourcq* présentait une longueur de 3,890 mètres et se composait des éléments suivants :

1° Dans l'égout du Cours-la-Reine, une conduite ancienne de 0m 35;

2° Le long du quai de la Conférence, une conduite ancienne de 0m 10, en terre;

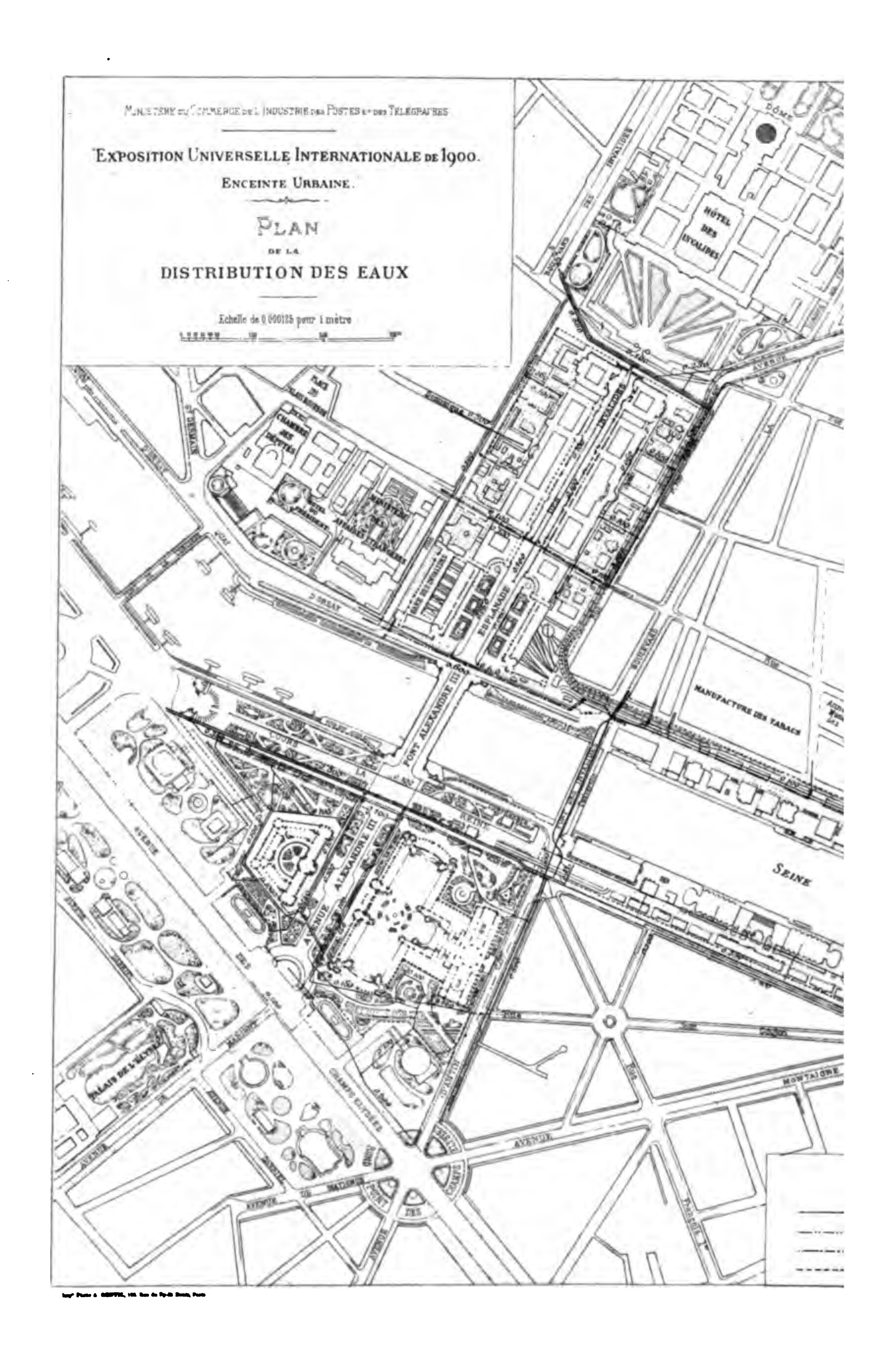
3° Dans la région du petit Palais, une conduite nouvelle de 0m 15 en terre, parallèle à la conduite précitée de 0m 35 et branchée sur elle, ainsi que des conduites de 0m 10 ou de 0m 06, également nouvelles, se branchant, soit sur celle de 0m 15, soit sur une conduite ancienne de 0m 10 latérale aux Champs-Élysées, et se développant tant au pourtour de l'édifice que dans les jardins;

4° Dans la région du grand Palais, une conduite nouvelle de 0m 15 parallèle à la conduite de 0m 35, ainsi que des conduites nouvelles de 0m 10 et 0m 06, longeant les façades est et nord de l'édifice, sillonnant les jardins et formant avec la précédente un ensemble qui se reliait aux deux conduites anciennes de 0m 50 et de 0m 10 de l'avenue d'Antin et à une conduite ancienne de 0m 20 des Champs-Élysées, et qui était placé complètement en terre;

5° Les conduites préexistantes qui viennent d'être citées et qui étaient posées, la première et la troisième sous galeries, la deuxième en terre.

PLAN GÉNÉRAL
DE LA DISTRIBUTION DES EAUX

ENCEINTE URBAINE


Ministère du Commerce de l'Industrie des Postes et des Télégraphes
Exposition Universelle Internationale de 1900.
Enceinte Urbaine.
Plan
de la
Distribution des Eaux
Echelle de 0,000125 pour 1 mètre
Hôtel des Invalides
Dôme
Chambre des Députés
Manufacture des Tabacs
Seine
Pont Alexandre III
Esplanade
Invalides
Avenue
Champs Élysées
Palais de l'Élysée
Montaigne


ÉCOLE MILITAIRE
Château d'eau
CASERNE DUPLEIX
GARDE-MEUBLE
ET
MAGASINS DU GOUVERNEMENT
FLEUVE
PLACE D'IÉNA

Enfin, le réseau des *eaux de source* mesurait 1,570 mètres; il était constitué ainsi :

1° Dans l'égout du Cours-la-Reine, une conduite ancienne de 0m 06 et 0m 10;

2° De part et d'autre de l'avenue nouvelle, des conduites neuves de 0m 10, se détachant de la précédente, d'abord placées en terre, puis posées en égout, réunies par un tronçon transversal de même diamètre et rattachées à la conduite ancienne de 0m 10 de l'avenue Marigny;

3° Près de la façade latérale nord du petit Palais, un tronçon de 0m 06 nouveau, branché sur l'une des conduites précédentes et posé en terre;

4° Près de la façade latérale nord du grand Palais, un autre tronçon neuf de 0m 06, branché sur la conduite ancienne de 0m 10 de l'avenue d'Antin et posé en terre;

5° Cette dernière conduite placée sous galerie.

2. *Esplanade des Invalides.* — Une conduite d'eau d'Ourcq, de 0m 30, qui traversait l'Esplanade sous la rue Saint-Dominique, dut seule être enlevée pour l'édification des palais. L'Administration la remplaça par une conduite de 0m 10 dans l'égout de la rue de l'Université. Elle créa, en tout, 920 mètres de conduites d'eau d'Ourcq et 1,010 mètres de conduites d'eau de source. L'eau de Seine n'était pas distribuée à l'Esplanade des Invalides.

Le réseau des *eaux d'Ourcq* avait une longueur de 2,380 mètres et comprenait :

1° Le long de la rue de Constantine, dans la moitié voisine de la rue de Grenelle, une conduite ancienne de 0m 10 sous galerie;

2° Dans la rue de Grenelle, au droit de l'Hôtel des Invalides, une conduite ancienne de 0m 50 sous galerie;

3° Le long de la rue Fabert, entre les rues de Grenelle et de l'Université, une conduite ancienne de 0m 50 sous galerie, puis une conduite également ancienne de 0m 081, posée en terre;

4° Dans l'égout du quai d'Orsay, une conduite nouvelle de 0m 10;

5° Dans l'égout de la rue de l'Université, une conduite semblable;

6° De part et d'autre de l'avenue centrale, au-dessus de la gare, deux conduites anciennes de $0^{m}06$, posées en terre et branchées sur celle du quai d'Orsay;

7° Sous l'avenue centrale, entre la gare et la rue de Grenelle, une conduite ancienne de $0^{m}10$, posée en terre et reliée à celle de la rue de Grenelle, avec deux branchements de $0^{m}06$;

8° Dans les quinconces, côté Constantine, deux tronçons neufs de $0^{m}06$, posés en terre et branchés sur les conduites préexistantes;

9° Dans les quinconces, côté Fabert, une conduite de $0^{m}06$ nouvelle, longeant la façade postérieure des palais, posée en terre et reliée à celle de la rue de l'Université.

Quant au réseau des *eaux de source,* il présentait un développement de 2,360 mètres et se composait des éléments que voici :

1° Dans l'égout du quai d'Orsay, une canalisation anciennne de $0^{m}60$;

2° Le long de la rue de Constantine, de la rue de Grenelle, ainsi que de la rue Fabert, entre les rues de Grenelle et de l'Université, des conduites anciennes de $0^{m}10$ sous galeries dans presque toute leur étendue;

3° Dans l'égout de la rue de l'Université, une conduite nouvelle de $0^{m}10$;

4° Sous l'avenue centrale, entre les rues de l'Université et de Grenelle, une conduite nouvelle de $0^{m}10$, posée en terre et rattachée à celles desdites rues;

5° Dans les quinconces, divers branchements neufs de $0^{m}10$ et de $0^{m}06$, posés en terre et reliés aux conduites de la rue de Constantine, de la rue de l'Université ou de la rue Fabert.

3. *Quais et berges de rive droite.* — Toutes les canalisations municipales furent conservées. L'Administration se borna à y adjoindre 260 mètres de conduites d'eau de Seine et 1,140 mètres de conduites d'eau de source, et à raccorder sur le réseau d'eau de Seine une conduite qui primitivement distribuait l'eau de l'Ourcq dans les terre-pleins plantés du Cours-la-Reine, entre les ponts des Invalides et de l'Alma.

Le réseau des *eaux de Seine* mesurait 2,090 mètres. Il était constitué comme il suit :

1° Sur le quai de la Conférence, une conduite ancienne de 0^{m} 10, posée en terre dans la plus grande partie de son étendue, avec trois branchements nouveaux de 0^{m} 10 ou 0^{m} 06;

2° Sur le quai Debilly, entre le pont de l'Alma et la rue de Magdebourg, une conduite ancienne de 0^{m} 30 sous galerie;

3° Au pied du Trocadéro, une conduite ancienne de 0^{m} 15 sous galerie.

Seul, le Cours-la-Reine recevait les *eaux de l'Ourcq* par une conduite ancienne de 0^{m} 35, posée en terre et longue de 600 mètres.

Le réseau des *eaux de source* comportait un développement de 2,260 mètres et comprenait :

1° Sous le Cours-la-Reine, une conduite ancienne de 0^{m} 10 en galerie, doublée par une conduite neuve de même diamètre entre la rue Bayard et la place de l'Alma;

2° Sur le quai Debilly, entre la place de l'Alma et la rue de Magdebourg, une conduite ancienne de 0^{m} 10 sous galerie;

3° Au Sud de la tranchée de ce quai, une conduite nouvelle de 0^{m} 10, posée en terre;

4° Au pied du Trocadéro, une conduite nouvelle de 0^{m} 20 sous galerie.

4. *Quais et berges de rive gauche.* — Sur les quais et berges de rive gauche, aucune modification n'a été apportée aux canalisations existantes.

Il n'y avait pas d'*eau de Seine.*

L'*eau de l'Ourcq* était distribuée : 1° par une conduite de 0^{m} 10, suivant le quai d'Orsay, du pont des Invalides à l'avenue de La Bourdonnais, et placée d'abord sous galerie jusqu'au carrefour de l'Alma, puis en terre; 2° par une seconde conduite de 0^{m} 10, parallèle à la première, s'étendant du pont de l'Alma à l'avenue de La Bourdonnais et posée en terre. Ces deux conduites mesuraient ensemble 1,550 mètres.

Quant à l'*eau de source,* son adduction se faisait : 1° entre le pont

des Invalides et le pont de l'Alma, par une conduite de 0^{m} 60 sous galerie; 2° entre le pont de l'Alma et l'avenue de La Bourdonnais, par une conduite de 0^{m} 20 également sous galerie. La longueur totale des deux conduites était de 1,150 mètres.

5. *Trocadéro.* — Pour les *eaux de Seine*, la plupart des conduites existantes subsistèrent, sauf quelques déplacements exigés par les constructions coloniales. Mais le défaut de pression dans les conduites de la région haute des jardins, qu'alimentaient les réservoirs de Passy, conduisit à isoler ces conduites de leurs nourrices primitives au moyen de robinets et à les brancher sur une canalisation maîtresse de 0^{m} 60 en communication avec le réservoir de Villejuif : de ce fait, la pression moyenne remonta de 6 mètres à 15 mètres.

Abstraction faite de la cascade, le réseau avait un développement de 4,500 mètres environ.

L'eau de Villejuif arrivait de la rive gauche par deux conduites de 0^{m} 60, l'une sous galerie, l'autre en terre. Ces conduites gravissaient l'allée axiale et se bifurquaient au pied de la cascade : l'une, suivant sous galerie la grande avenue transversale, du côté est, se dirigeait par la rue de Magdebourg vers le réservoir de Passy (rue Copernic); l'autre, longeant en terre le côté ouest de la cascade, traversait le palais et la place du Trocadéro, où elle fut d'ailleurs provisoirement coupée pour servir à l'alimentation des effets d'eau. Toutes deux remplirent un rôle très important dans la distribution des eaux, non seulement au Trocadéro, mais encore au Champ de Mars, qui en était également tributaire; car, un jeu de robinets-vannes leur permettait d'apporter aux parties hautes, soit l'eau du réservoir de Villejuif, soit l'eau des réservoirs de Passy, selon les ressources de ces réservoirs.

Au pourtour du Trocadéro ou dans le parc se répartissaient les conduites suivantes :

1° Dans l'allée axiale, au-dessous de la cascade, une conduite de 0^{m} 10, posée en terre;

2° Le long des deux allées bordant la cascade et de leurs prolongements, deux conduites de 0^{m} 10 en terre;

3° Suivant la grande avenue transversale, une conduite de 0m 10, partie sous galerie, partie en terre;

4° Dans la rue de Magdebourg, une conduite de 0m 60 sous galerie, avec branche de 0m 10 en terre;

5° Dans la rue Le Nôtre, une conduite de 0m 25, posée en terre;

6° Autour du palais, une ceinture presque complète de 0m 10, en terre;

7° Le long de l'avenue du Trocadéro, une conduite de 0m 10 sous galerie;

8° Dans les jardins, tout un réseau de 0m 10 et de 0m 06.

Les jardins étaient dépourvus de canalisations d'*eaux de source*. Il fallut les en doter. L'Administration amena l'eau de l'Avre par la partie supérieure du parc et créa 900 mètres de conduites nouvelles, qui, s'ajoutant aux conduites de pourtour, formèrent avec elles un réseau de 1,700 mètres.

Ce réseau comprenait :

1° Le long de l'avenue du Trocadéro, une conduite ancienne de 0m 10 sous galerie;

2° Dans la rue de Magdebourg, une conduite ancienne de 0m 10 sous galerie;

3° De part et d'autre de la cascade, deux conduites nouvelles de 0m 10, posées en terre et descendant jusqu'au quai Debilly;

4° Dans l'aile est du palais, une branche nouvelle de 0m 10, posée en terre;

5° Dans la région supérieure ouest du parc, une branche nouvelle de 0m 10, posée en terre;

6° Au pourtour de la rotonde centrale, une ceinture ancienne de 0m 10 sous galerie;

7° Suivant la grande avenue transversale, côté est, une conduite ancienne de 0m 10, venant de l'avenue d'Iéna et pénétrant en terre jusqu'à 120 mètres de la rue de Magdebourg;

8° Du côté opposé de la même avenue, une conduite ancienne de 0m 10, venant sous galerie du boulevard Delessert et pénétrant de 40 mètres dans l'enceinte.

6. *Champ de Mars.* — La construction des palais obligea à enlever ou à abandonner diverses canalisations d'*eau de Seine* et à en remanier ou à en poser d'autres sur une longueur de 2,900 mètres.

Dans l'ensemble, le réseau ancien ou nouveau mesurait 7,300 mètres et se composait des éléments ci-après :

1° Une conduite maîtresse ancienne de $0^m 60$, amenant l'eau du réservoir de Villejuif à l'angle des avenues de La Motte-Picquet et de Suffren, suivant en terre le pignon côté Suffren du palais de l'Agriculture et des Aliments, puis se prolongeant par une conduite nouvelle de même diamètre en égout entre ce palais et les halls des chaudières;

2° Une autre conduite maîtresse ancienne de $0^m 50$, se détachant de la canalisation de $0^m 60$ du quai d'Orsay, suivant l'axe du Champ de Mars, partie en terre, partie sous galerie, pénétrant jusqu'à la rue transversale au delà de la Tour, et mise à volonté en communication, soit avec Villejuif, soit avec Passy;

3° A l'intérieur du palais de l'Agriculture et des Aliments, un circuit ancien de $0^m 20$, posé en terre;

4° Dans la rue transversale séparant le parc bas du jardin haut et dans les palais, près des façades longitudinales côté du jardin, des conduites anciennes de $0^m 30$ en égout;

5° A travers le palais de l'Électricité, deux conduites nouvelles de $0^m 30$, posées en terre et se raccordant, d'une part aux précédentes, d'autre part à la nourrice de $0^m 60$;

6° Suivant le grand axe du Champ de Mars, une conduite ancienne de $0^m 25$ en égout, reliée à la canalisation de la rue transversale près de la Tour;

7° A 45° sur la précédente, côté Suffren, une conduite ancienne de $0^m 25$ en égout, se rattachant à la conduite longitudinale de $0^m 30$;

8° Vers le milieu des palais longitudinaux, deux conduites nouvelles de $0^m 15$, posées en terre et raccordées avec le circuit de pourtour du jardin haut;

9° Près des avenues de La Bourdonnais et de Suffren, deux conduites partiellement nouvelles de $0^m 10$, placées en terre sur la plus grande partie de leur étendue;

10° Pour le service du Château d'eau, deux grosses conduites nouvelles de 0m 50, posées en terre, réunies par une branche transversale et amenant l'eau du réservoir de Villejuif.

En ce qui concerne les *eaux de l'Ourcq*, le nivellement nouveau des jardins et l'édification des palais nécessitèrent la dépose de certaines conduites. Les besoins de l'arrosage exigèrent, en revanche, la pose de conduites nouvelles sur une longueur de 650 mètres. Ces conduites pouvaient, le cas échéant, recevoir l'eau de la Seine.

Le réseau présentait un développement de 7,100 mètres et comprenait :

1° Le long du quai d'Orsay, deux conduites anciennes, l'une de 0m 20 sous galerie, l'autre de 0m 10 en terre;

2° Dans l'avenue de La Bourdonnais, une canalisation ancienne de 0m 20 et de 0m 40, posée en terre;

3° Dans l'avenue de Suffren, une canalisation ancienne de 0m 40, 0m 19 et 0m 20, placée partie sous galerie et partie en terre;

4° Le long de l'avenue de La Motte-Picquet, une conduite ancienne de 0m 40 sous galerie;

5° Dans l'égout transversal passant sous la Tour, une canalisation ancienne de 0m 25 et 0m 30;

6° Suivant la rue transversale, entre le parc bas et le jardin haut, une conduite ancienne de 0m 10, posée en terre;

7° De part et d'autre de l'axe du Champ de Mars, deux conduites anciennes de 0m 10, posées en terre et reliant la canalisation de 0m 10 du quai d'Orsay à la précédente;

8° A côté de ces deux conduites anciennes, deux conduites nouvelles de 0m 10, posées en terre, entre la canalisation de 0m 10 du quai d'Orsay et la canalisation de 0m 25-0m 30 sous la Tour;

9° Dans l'égout d'axe du Champ de Mars, une conduite ancienne de 0m 15;

10° Parallèlement à l'axe du Champ de Mars, dans le jardin haut, deux conduites de 0m 06, partie anciennes, partie nouvelles, posées en terre, reliées par des transversales de 0m 15 et poussant divers rameaux neufs de 0m 06;

11° Dans le parc bas, deux boucles anciennes de 0m 10, posées en terre, et quelques tronçons de même diamètre.

Quant aux canalisations d'*eau de source*, elles durent recevoir des remaniements et des additions portant ensemble sur 1,220 mètres.

Le réseau, long de 6,000 mètres, était constitué comme il suit :

1° Le long de l'avenue de La Bourdonnais, une conduite principale d'adduction préexistante, d'un diamètre de 0m 40, puis de 0m 20, amenant l'eau à la partie supérieure du Champ de Mars, posée tout entière sous galerie, et poussant un branchement de 0m 40 dans l'égout situé entre le palais de l'Agriculture et les halls des chaudières;

2° Dans l'avenue de La Motte-Picquet, une conduite ancienne de 0m 20 sous galerie;

3° Le long de l'avenue de Suffren, une conduite ancienne de 0m 20, partie sous galerie, partie en terre;

4° Sur le quai d'Orsay, une conduite ancienne de 0m 20 en égout;

5° Transversalement au parc bas, une conduite ancienne de 0m 15 sous galerie;

6° Suivant l'axe du Champ de Mars, entre cette dernière canalisation et le jardin haut, une conduite ancienne de 0m 15 sous galerie;

7° Au pied du jardin haut, le long des façades longitudinales contiguës à ce jardin et dans les égouts à 45 degrés de la région du Château d'eau, un circuit ancien de 0m 15 sous galerie;

8° Dans le palais de l'Électricité, des conduites nouvelles de 0m 15, posées en terre parallèlement ou perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars, se rattachant à la branche de l'avenue de La Bourdonnais et au circuit précité, et se prolongeant sur une faible longueur dans la direction de la Seine par d'autres conduites nouvelles de 0m 06;

9° Suivant l'axe longitudinal du palais de l'Agriculture et des Aliments, une conduite nouvelle de 0m 10, posée en terre et reliée à la conduite de 0m 20 de l'avenue de Suffren;

10° Perpendiculairement à cette canalisation, une conduite nouvelle de 0m 10, posée en terre, raccordée à une ancienne conduite de 0m 15 également parallèle à l'axe du Champ de Mars, et formant

ainsi jonction entre la conduite d'axe du palais de l'Agriculture et celle de l'avenue de La Motte-Picquet.

7. *Récapitulation.* — Le tableau suivant récapitule les longueurs des réseaux par région et par nature des eaux :

RÉGIONS.	EAUX DE SEINE.	EAUX D'OURCQ.	EAUX DE SOURCE.
	mètres.	mètres.	mètres.
Champs-Élysées	2,000	3,890	1,570
Esplanade des Invalides	"	2,380	2,360
Quais et berges de rive droite	2,090	600	2.260
Quais et berges de rive gauche	"	1,550	1,150
Trocadéro	4,500	"	1,700
Champ de Mars	7,300	7,100	6,000
TOTAUX	15,890	15,520	15,040
TOTAL GÉNÉRAL	46,450m		

Voici, d'autre part, comment se répartissaient par région les conduites de divers diamètres :

RÉGIONS.	LONGUEURS POUR LES DIAMÈTRES												TOTAUX.
	de 0m60.	de 0m50.	de 0m40.	de 0m35.	de 0m30.	de 0m25.	de 0m20.	de 0m19.	de 0m15.	de 0m10.	de 0m081.	de 0m06.	
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Champs-Élysées	"	1,140	"	570	"	"	60	"	1,410	3,740	"	540	7,460
Esplanade des Invalides	280	240	"	"	"	"	30	"	"	3,310	130	750	4,740
Quais et berges de rive droite	"	"	"	600	620	"	490	"	490	2,705	"	45	4,950
Quais et berges de rive gauche	680	"	"	"	"	"	470	"	"	1,550	"	"	2,700
Trocadéro	750	"	"	"	"	150	"	"	140	4,810	"	350	6,200
Champ de Mars	730	440	1,370	"	1,870	660	4,620	670	4,170	4,600	"	1,270	20,400
TOTAUX	2,440	1,820	1,370	1,170	2,490	810	5,670	670	6,210	20,715	130	2,955	46,450

5. Exécution des réseaux de distribution. — Aux termes de la convention du 6 août 1898, l'Administration municipale avait le droit de faire établir elle-même, pour le compte de l'Exposition, les robinets de prise sur les conduites publiques et les canalisations destinées à devenir définitives. Elle n'a pas jugé à propos d'user de ce droit :

d'une part, en effet, il lui eût fallu prendre immédiatement parti sur le choix des canalisations à maintenir après l'Exposition; d'autre part, la stricte application du contrat de 1898 était sans intérêt pratique réel, puisque, d'après l'organisation des services de l'Exposition, la direction des travaux se trouvait entre les mains des fonctionnaires de la ville.

Les réseaux de distribution furent donc intégralement exécutés par les soins du Commissariat général, qui s'adressa aux fournisseurs ou entrepreneurs de la ville :

1° Pour la fourniture des tuyaux de fonte, la société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson;

2° Pour les robinets-vannes, MM. Mathelin et Garnier;

3° Pour les robinets à boisseau renversé, Mme Vve Gibault;

4° Pour les travaux de fontainerie, MM. Mathelin et Garnier et la Société d'entreprise générale de distributions et de concessions d'eau.

Ces fournisseurs et entrepreneurs traitèrent aux conditions générales de leurs marchés avec la ville. Toutefois, eu égard à la hausse des métaux, la société de Pont-à-Mousson demanda des prix différents, savoir : 1° tonne de fonte pour tuyaux, livrée au Champ de Mars par voie de fer, 170 francs; 2° tonne de fonte pour tuyaux, livrée au quai d'Austerlitz par bateau, 167 francs. Des deux prix ainsi fixés, le dernier s'appliquait à des pièces fournies en remplacement de celles que, vu l'urgence, le Commissariat général avait empruntées aux approvisionnements de la ville.

Tous les travaux furent exécutés suivant les règles admises à Paris pour les opérations de même nature.

Les conduites posées sous galerie se composaient de tuyaux cylindriques avec joints à bague. Quant aux conduites posées en terre, elles étaient formées de tuyaux à emboîtement et cordon, de manière à offrir plus de résistance.

Il n'y a eu de difficultés sérieuses dans la pose que pour les deux canalisations de 0m10 traversant en égout l'Esplanade des Invalides, sous la rue de l'Université, et pour les conduites de 0m50 placées en terre sous la partie centrale du palais de l'Électricité. D'une part, les canalisations de 0m10 ont dû être établies à une

époque où le collecteur de la rue de l'Université était constamment envahi par les eaux; il a fallu recourir à des radeaux et à des échafaudages flottants, que les ouvriers quittaient en hâte dès l'annonce d'une crue. D'autre part, les conduites de 0^m 50 se développaient au milieu d'un terrain sillonné en tous sens par des galeries, des canalisations de vapeur, des canalisations électriques; leur mise en place coïncidait avec les installations des exposants de machines : le travail n'a pu être mené à bien qu'au prix de précautions incessantes et a, d'ailleurs, exigé l'exécution d'un très grand nombre de menus ouvrages accessoires.

La dépense totale a été de 235,603 fr. 70, savoir :

Fourniture de fonte pour tuyaux et pièces spéciales (Société des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson)		63,942^f 48^c
Fourniture de robinets-vannes (MM. Mathelin et Garnier)		14,841 53
Fourniture de robinets à boisseau (Mme Ve Gibault)		5,117 60
Travaux de fontainerie (MM. Mathelin et Garnier)	66,307^f 70^c	132,466 79
Travaux de fontainerie (Société d'entreprise générale de distributions et de concessions d'eau)	66,159 09	
Dépenses diverses		19,235 30
Total		235,603 70

6. Organes spéciaux d'alimentation de la cascade du Trocadéro et du Château d'eau. — 1. *Cascade du Trocadéro.* — La ville de Paris fournissait le tiers du volume d'eau nécessaire au fonctionnement de la cascade du Trocadéro, soit 400 mètres cubes environ à l'heure. Cette eau, venant des réservoirs de Passy, arrivait à la partie haute des bassins; une conduite de 0^m 40, placée dans la galerie souterraine qui suivait l'axe de la cascade, l'amenait jusqu'aux grandes gerbes de la vasque inférieure.

Pour compléter les effets, le Commissariat général dut établir en sous-sol une petite usine élévatoire qui puisait dans la grande vasque 800 à 900 mètres cubes, la refoulait à 17^m 25 de hauteur au moyen

d'une conduite de 0m 60 juxtaposée à celle de 0m 40, et alimentait ainsi la nappe du déversoir haut (270 mètres cubes), les jets latéraux (440 mètres cubes), ainsi que les motifs, ours et phoque, disposés de part et d'autre de la cascade (140 mètres cubes).

L'usine comprenait : 1° un moteur électrique de 100 à 110 chevaux, tournant à 720 tours environ par minute, auquel l'Administration donnait gratuitement l'énergie électrique sous forme de courant triphasé à la tension de 2,000 volts composés et à la fréquence de 50 périodes par seconde; 2° une pompe centrifuge à deux paliers, tournant à 800 tours; 3° un tableau de distribution. Elle était accessible aux visiteurs de l'Exposition. L'aspiration se faisait en charge, par une ouverture de 0m 40 de diamètre pratiquée dans le radier de la vasque et munie d'une crépine en treillage métallique. Un clapet automatique interposé entre la conduite de refoulement et la pompe mettait celle-ci à l'abri des coups de bélier qui se produisaient dans la canalisation.

Pour les deux conduites de 0m 40 et de 0m 60, l'Administration utilisa les installations préexistantes. Mais elle eut à relier la conduite de 0m 40 au réseau municipal par une branche établie devant la façade du palais sur la place du Trocadéro; d'autre part, elle isola la conduite de 0m 60, qui était précédemment rattachée à la canalisation municipale de même diamètre passant au pied de la cascade dans l'avenue centrale du parc.

Des communications par robinets, ménagées entre les deux conduites, permettaient, en cas d'avarie à l'usine, d'alimenter la totalité des effets de la cascade par l'eau de Passy.

L'Administration avait été, d'ailleurs, obligée de remettre en état les revêtements de plomb des vasques et les effets d'eau.

A la suite d'un concours, l'installation et l'exploitation de l'usine élévatoire ont été confiées à la Compagnie électro-mécanique, moyennant une allocation forfaitaire de 11,800 francs, les appareils restant la propriété de cette compagnie.

Quant aux travaux de fontainerie et de réfection, le Commissariat général en a chargé MM. Mathelin et Garnier. La dépense s'est élevée à 24,985 fr. 14.

2. *Château d'eau.* — En conformité des arrangements du 6 août 1898 entre le Commissaire général et le Préfet de la Seine, l'Administration de l'Exposition devait se procurer, par ses propres moyens, l'eau nécessaire aux effets de basse pression du Château d'eau et installer, dans ce but, sur les bords de la Seine, une puissante usine élévatoire. La ville se bornait à fournir un appoint de 300 litres par seconde, prélevé sur les ressources du réservoir municipal de Villejuif et destiné aux effets de haute pression : bouillonnement de la vasque supérieure, grandes paraboles, jets hauts des gerbes lumineuses du bassin inférieur, etc.

Un chapitre spécial sera consacré à l'usine élévatoire et aux canalisations qui en formaient le complément. Je n'ai donc à parler ici que des eaux de Seine livrées par la ville.

Comme l'indiquent les renseignements généraux précédemment donnés sur la structure des réseaux de distribution, ces eaux arrivaient au pied de l'édifice par des conduites en fonte de $0^m 50$ posées sous le sol du palais de l'Électricité.

A ces canalisations faisaient suite deux colonnes montantes, contenues dans les pylônes latéraux du Château d'eau et réunies au sommet, c'est-à-dire au niveau de la vasque haute ($28^m 67$ au-dessus du Champ de Mars), par une couronne demi-circulaire. La couronne de jonction ainsi établie avait pour appui le plancher en béton armé régnant derrière la demi-coupole de l'édifice.

Des prises alimentaires étaient pratiquées tant à la base des colonnes que sur la couronne demi-circulaire.

Un jeu de robinets-vannes permettait d'assurer isolément et indifféremment le service par chacune des deux colonnes, de telle sorte qu'en cas d'avarie à l'une d'elles l'alimentation des effets d'eau ne fût pas compromise.

Les colonnes montantes avaient un diamètre de $0^m 50$ dans la partie basse et de $0^m 40$ pour le surplus. Ce dernier diamètre était aussi celui de la couronne de jonction.

Au lieu de tuyaux en fonte, les ingénieurs préférèrent employer des tuyaux en tôle d'acier. La fonte aurait surchargé le plancher en béton armé de la vasque supérieure; de plus, les poussées au vide

considérables dues à l'eau sous pression dans les coudes et inflexions, surtout lors de la fermeture des orifices d'écoulement, eussent exigé des ouvrages de butée augmentant encore la surcharge de ce plancher et ébranlé la légère ossature du Château d'eau.

Les tuyaux de $0^m 50$ avaient 7 millimètres d'épaisseur et les tuyaux de $0^m 40$, 6 millimètres.

Pour les colonnes montantes, les tuyaux étaient assemblés par joints rigides à brides avec rondelles de caoutchouc et rivets. Ces colonnes se portaient donc elles-mêmes; quelques ancrages dans les maçonneries des pylônes suffisaient à les amarrer et à leur assigner une position invariable.

La couronne demi-circulaire constituait de même un arc rigide, ancré à ses deux extrémités dans les pylônes avec les têtes des colonnes montantes et simplement posé sur la plate-forme en béton armé.

Un joint déformable, système Gibault, ménagé à la liaison entre les colonnes montantes et leurs têtes, qui faisaient corps avec la couronne, permettait à ces colonnes de se dilater sans produire de dislocation dans les ouvrages. Quant à la couronne, sa forme et son indépendance du plancher en béton armé lui assuraient une entière liberté de dilatation.

C'est à M. Jules Le Blanc, ingénieur-constructeur à Paris, qu'a été confiée l'entreprise des travaux.

La mise en fabrication à l'atelier a commencé le 22 février 1900; la pose était achevée le 7 avril.

Dans l'ensemble, les tuyaux des colonnes montantes et de la couronne (21 mètres environ au diamètre de $0^m 50$ et 85 mètres au diamètre de $0^m 40$) pesaient 9,350 kilogrammes. La dépense s'est élevée à 16,189 fr. 73. Les principaux prix de revient ressortent aux chiffres suivants : le kilogramme de tuyaux, 0 fr. 85; le mètre linéaire de pose, 17 francs; un joint déformable, fourni et posé, 120 francs.

7. Bouches et postes d'eau pour le secours contre l'incendie. — Bien que l'organisation des secours contre l'incendie doive faire plus loin l'objet d'une étude générale, il importe de donner ici quelques

indications sur les travaux exécutés par le Commissariat général et se rattachant à la distribution des eaux.

1. *Bouches d'eau.* — Les secours extérieurs comportaient des bouches d'eau de 0^{m} 100 de diamètre réparties dans les parcs et jardins, ainsi que sur les voies publiques autour de l'enceinte.

Ces bouches, accessibles aux pompes à vapeur, étaient en principe établies de telle sorte que chacune d'elles fût le centre d'une zone de protection d'environ 60 mètres de rayon et qu'il n'y eût pas de point mort entre les zones. Une autre règle, autant que possible observée, consistait à les alimenter alternativement avec des eaux provenant de réservoirs différents (source et rivière); cette règle ne pouvait s'appliquer qu'aux régions où existaient à la fois une distribution d'eau de source et une distribution d'eau de Seine, attendu que la pression des eaux de l'Ourcq était insuffisante pour leur permettre de contribuer efficacement au service.

Au droit des bouches situées hors de l'enceinte, le Commissariat général avait pratiqué dans les clôtures des portillons qui pouvaient livrer passage à un homme et dont la clef était entre les mains des sapeurs-pompiers de service.

Le tableau suivant donne le nombre des bouches par région :

RÉGIONS.	HORS DE L'ENCEINTE.		DANS L'ENCEINTE.				TOTAUX.
			BOUCHES ANCIENNES.		BOUCHES NOUVELLES.		
	EAUX DE SEINE.	EAUX DE SOURCE.	EAUX DE SEINE.	EAUX DE SOURCE.	EAUX DE SEINE.	EAUX DE SOURCE.	
Champs-Élysées	4	″	″	″	6	3	13
Esplanade des Invalides	″	11	″	1	″	5	17
Quais de rive droite	5	9	″	″	2	″	16
Quais de rive gauche	″	14	″	″	″	9	23
Trocadéro	8	″	3	″	3	6	20
Champ de Mars	11	6	″	7	24	15	63
TOTAUX	28	40	3	8	35	38	152
	68		11		73		
			84				

Exécutés, en partie, par MM. Mathelin et Garnier, et, en partie, par la Société d'entreprise générale de distributions et de concessions d'eau,

à la suite d'adjudications restreintes, les travaux ont coûté 70,910 fr. 08, ce qui fait ressortir à près de 1,000 francs le prix moyen de chacune des 73 bouches nouvelles avec leurs branchements d'alimentation.

2. *Postes d'eau.* — Les secours intérieurs étaient constitués par des postes d'eau répartis dans tous les édifices de l'Exposition, suivant les indications du colonel des sapeurs-pompiers.

Ces postes furent établis : par le Commissariat général, pour les palais généraux ou pavillons dont la construction lui incombait; par les commissariats généraux étrangers, les exposants et les concessionnaires, pour les palais et pavillons particuliers.

Dans les palais généraux, les emplacements des postes étaient autant que possible déterminés, soit au rez-de-chaussée, soit au premier étage, de manière à faire de chacun d'eux le centre d'une zone de protection d'environ 50 mètres de rayon et à éviter les points morts entre les zones. Comme pour les bouches d'incendie, l'Administration s'est attachée à varier la nature de l'eau alimentant deux postes consécutifs.

La plupart des postes créés par le Commissariat général présentaient l'appareillage suivant : un tuyau d'adduction en plomb, de 40 millimètres de diamètre, fixé contre une planchette verticale au moyen de brides; à l'extrémité de ce tuyau, un robinet en bronze à manette; un tuyau caoutchouté de 35 millimètres de diamètre et 20 mètres de longueur, fixé sur le robinet par un raccord symétrique en bronze système Guillemin, terminé par une lance avec robinet en laiton et enroulé sur une sellette en menuiserie qui se trouvait au-dessus du robinet de prise; un petit robinet en laiton à vis, soudé sur la colonne montante et permettant de puiser de l'eau sans démonter le tuyau caoutchouté et sans briser le cachet dont était régulièrement muni le robinet de prise; un seau posé sur une planchette. Cet appareillage se trouvait enfermé dans une armoire en menuiserie, dont les gardiens avaient la clef, mais qui pouvait, au besoin, s'ouvrir sans cette clef par le bris d'une glace. Les tuyaux et les lances étaient conformes aux modèles du régiment des sapeurs-pompiers et, par suite, susceptibles d'être repris et utilisés, après l'Exposition, pour le service municipal d'incendie.

Pour d'autres postes, les tuyaux étaient à spire métallique intérieure et conservaient ainsi leur forme cylindrique, ce qui permettait d'avoir l'eau à la lance sans les développer.

Quatre postes d'un modèle spécial à déroulement automatique furent établis dans les coulisses de la scène que le Commissariat général installa sur l'un des côtés de la salle des Fêtes.

Au total, le nombre des postes aménagés par l'Administration s'éleva à 443, savoir :

RÉGIONS.	PALAIS OU PAVILLONS.	NOMBRE DES POSTES.			OBSERVATIONS.
		SOUS-SOL, soubassement ou rez-de-chaussée.	ÉTAGES.	TOTAL.	
Champs-Élysées ..	Grand palais des Champs-Élysées....	34	20	54	Acquisition.
	Petit palais des Champs-Élysées.....	5	9	14	Acquisition.
Esplanade des Invalides........	Palais côté Constantine............	13	15	28	Acquisition [1].
	Palais côté Fabert................	12	13	25	Acquisition [1].
Quais de rive droite	Serres..........................	2	//	2	Location.
	Palais de l'Économie sociale et des Congrès.......................	4	6	10	Location.
	Pavillon des Chambres de commerce maritimes.....................	1	//	1	Location.
Quais de rive gauche	Pavillon de la Presse..............	2	1	3	Location.
	Palais des Armées de terre et de mer.	15	10	25	Acquisition.
	Palais de la Navigation	8	5	13	Location.
	Palais des Forêts	6	16	22	Location.
Trocadéro	Ailes du Trocadéro. (Colonisation.)...	4	//	4	Acquisition [1].
	Annexe de la classe 114. (Matériel colonial.)	1	//	1	Location.
	Annexe de la classe 115. (Produits d'exportation.)	1	//	1	Location.
	Pavillons des Missions et des Collectivités	1	//	1	Location.
Champ de Mars...	Palais de l'Enseignement et du Génie civil..........................	23	25	48	Acquisition [1].
	Palais des Mines; palais des Fils et Tissus........................	24	23	47	Acquisition [1].
	Palais de l'Industrie chimique, de la Mécanique et de l'Électricité......	29	31	60	Acquisition [1].
	Château d'eau....................	//	10	10	Acquisition [1].
	Salle des Fêtes..................	8	4	12	Acquisition [1].
	Palais de l'Agriculture et des Aliments.	27	21	48	Acquisition [1].
	Pavillon de l'octroi, de la douane et de la manutention.................	2	//	2	Location.
	Bureau central des postes et des télégraphes.......................	1	//	1	Location.
Avenue Rapp et quai d'Orsay...	Pavillon du Commissariat général....	6	5	11	Acquisition.
	TOTAUX..............	229	214	443	

[1] Sauf les branchements d'alimentation et les tuyaux de plomb, qui étaient loués.

Neuf tonneaux de cent litres montés sur roues et munis de pompes à bras (dits postes mobiles) furent, en outre, placés en divers points de l'Exposition, notamment dans les palais des Champs-Élysées et dans les ailes du Trocadéro.

Pour la majeure partie des postes ayant fait l'objet d'acquisitions définitives, l'entreprise a été ainsi répartie :

1° Branchements d'alimentation et colonnes montantes avec leurs robinets : MM. Mathelin et Garnier;

2° Tuyaux en plomb (en location), robinets de puisage et robinets en bronze système Gibault : Mme veuve Gibault;

3° Tuyaux caoutchoutés, lances en laiton, raccords symétriques en bronze : MM. Casassa et Cie, Caillette et Narçon, Mathelin et Garnier.

La dépense moyenne, y compris les réparations et les déplacements reconnus nécessaires, peut être estimée à 700 francs par poste.

Dans l'ensemble, les acquisitions ou locations ont coûté 310,000 francs environ.

Le service de la voirie a eu aussi à fournir aux postes de sapeurs-pompiers 1,320 mètres de tuyaux en toile de 70 millimètres, avec raccords symétriques, et 440 mètres de tuyaux caoutchoutés de 45 millimètres, avec raccords semblables; il a dépensé de ce chef 5,577 francs.

Conformément à un accord intervenu avant l'Exposition, le régiment des sapeurs-pompiers a repris une partie du matériel pour la moitié du prix d'acquisition, soit pour 18,410 francs environ.

8. Livraison de l'eau aux consommateurs. — 1. *Convention avec la Compagnie générale des eaux.* — Conformément à l'article 47 du Règlement général, l'Administration devait livrer gratuitement aux exposants l'eau nécessaire pour le fonctionnement des appareils exposés.

Elle fournissait aussi aux exposants et concessionnaires l'eau destinée à d'autres usages, moyennant une taxe de 0 fr. 35 par mètre cube d'eau de source et de 0 fr. 15 par mètre cube d'eau de rivière (Ourcq ou Seine).

Dans l'un et l'autre cas, les intéressés étaient tenus de faire les branchements à leurs frais.

Le Commissaire général passa, le 2 décembre 1899, avec la Com-

pagnie générale des eaux, une convention (pièce annexe n° 25) qui reçut, le 6 décembre, l'approbation du Ministre du commerce et par laquelle cette société s'engageait :

1° A fournir et à poser, pour le compte des exposants et des concessionnaires, les branchements sur les conduites de distribution;

2° A fournir en location et à entretenir les compteurs qui lui seraient demandés par l'Administration, les exposants et les concessionnaires, pourvu que le diamètre de ces appareils ne dépassât pas 0m 08;

3° A devenir le régisseur intéressé de la vente des eaux livrées à titre onéreux par le Commissariat général, et, en conséquence, à établir les polices d'abonnement, à relever les consommations, à recouvrer les taxes et à en verser le montant entre les mains du receveur central des finances de la Seine, au compte de l'Exposition.

Aux termes de cette convention, dont le texte figure aux annexes, les travaux des branchements devaient être exécutés suivant les conditions des marchés en cours pour la régie de la ville de Paris. Le prix de location et d'entretien des compteurs était fixé à 0 fr. 005 par jour et par millimètre de diamètre.

Des règles précises déterminaient les formes essentielles de la comptabilité.

En cas de non-encaissement, la compagnie était tenue de justifier par un rapport spécial le défaut de recouvrement. L'Administration arrêtait, à la clôture de la régie, l'état des non-valeurs.

Comme rémunération de ses services, la compagnie recevait, sur le montant des recettes encaissées pour l'Exposition, une prime dont le taux était celui de la prime moyenne relative à la régie de la ville, réglé au 31 mars 1900. Ce taux est ressorti à 13,578698 p. 100.

La Compagnie générale des eaux avait, d'ailleurs, reçu antérieurement du Préfet de la Seine mission de percevoir les sommes dues à la ville par le Commissariat général, pour les eaux rétrocédées à titre onéreux aux exposants ou concessionnaires.

2. *Règlement concernant les concessions d'eau dans l'enceinte de l'Exposition.* — Les dispositions réglementaires concernant les concessions d'eau dans l'enceinte de l'Exposition furent réunies dans un arrêté du

Commissaire général en date du 20 décembre 1899. (Pièce annexe n° 26.)

Toutes les concessions devaient faire l'objet d'engagements temporaires.

La livraison s'effectuait par compteurs. Toutefois l'Administration se réservait d'autoriser des dérogations à la règle, pour les concessions d'eau de rivière à titre gratuit. D'autre part, les branchements spéciaux de secours contre l'incendie, dont le Commissariat général prescrivait l'établissement, bénéficiaient en tout cas d'une dispense, à la condition que les robinets intérieurs alimentés par ces branchements fussent constamment cachetés.

Chaque exposant ou concessionnaire demandant de l'eau était obligé d'avoir un branchement spécial avec prise particulière sur la conduite publique.

La Compagnie générale des eaux déterminait le diamètre des branchements d'après l'importance présumée de la consommation.

A l'origine de chaque branchement était placé un robinet d'arrêt en égout, sous bouche à clef ou en regard, suivant le cas. Les robinets d'arrêt après le compteur demeuraient facultatifs; ils ne pouvaient être manœuvrés qu'au moyen d'une clef d'un modèle différent de celui du service municipal.

L'arrêté imposait aux intéressés l'obligation de s'adresser à la Compagnie générale des eaux pour les travaux des branchements entre la conduite publique et le compteur exclusivement, mais leur laissait au delà toute liberté.

En ce qui touche les compteurs, le règlement prescrivait l'emploi d'un des types approuvés par l'administration de la ville, portait que le diamètre serait en rapport avec la consommation[1], interdisait la mise en service avant vérification et poinçonnage par le service municipal des eaux. Les exposants et concessionnaires avaient la faculté de recourir à des entrepreneurs ou à des ouvriers de leur choix, pour la pose des appareils leur appartenant; ils pouvaient aussi s'adresser à la

[1] Un tableau inséré au règlement donnait les calibres des compteurs pour des consommations variant de 500 à 200,000 litres par jour.

Compagnie générale des eaux et obtenir de cette compagnie des compteurs en location, comme je l'ai précédemment indiqué.

Divers articles, sur lesquels il est inutile d'insister ici, réglementaient le payement des fournitures et travaux, les cas de résiliation et leurs conséquences.

L'Administration dégageait sa responsabilité pour les inconvénients et les accidents que viendraient à produire les variations de pression, la présence d'air dans les conduites publiques, les arrêts d'eau momentanés, ainsi que pour les interruptions de service dues à une insuffisance de ressources alimentaires ou à des réparations, et pour la substitution temporaire des eaux de Marne ou de Seine à l'eau de source.

En cas de fuite sur leur canalisation intérieure, les exposants et concessionnaires payaient la consommation correspondante. Ils étaient, d'ailleurs, responsables envers les tiers des dommages causés par leurs conduites ou appareils.

Les exposants et concessionnaires devaient subir les visites, relevés et vérifications des agents de la compagnie et de l'Administration. Toute communication entre des conduites intérieures d'eaux de natures différentes était rigoureusement prohibée ; la sanction de cette défense consistait dans la suppression d'office du service d'eau de rivière. Aucune cession des eaux ne pouvait être faite, à titre gratuit ou onéreux, au profit d'un tiers.

Au règlement se trouvait annexé un modèle de police.

9. Contrôle et importance de la consommation. Dépenses et recettes. — Le cube total des eaux d'origines diverses provenant des réservoirs de la ville et consommées dans l'enceinte de l'Exposition a été établi, partiellement par les indications des compteurs, partiellement au moyen d'une estimation des débits.

Ce dernier mode de supputation s'est étendu de beaucoup au delà des prévisions initiales. L'expérience a, en effet, démontré l'absolue impossibilité du tarage exact des compteurs de gros diamètre que le Commissariat général avait placés, sur la demande expresse des ingénieurs municipaux, à l'origine des conduites maîtresses amenant l'eau de Seine au Champ de Mars (conduite de $0^{m}60$, près de l'ancienne

galerie des Machines de 1889; conduite de $0^{m}50$, sous la Tour de 300 mètres).

Voici comment se sont, en définitive, répartis les deux procédés de calcul, abstraction faite des secours contre l'incendie, qui étaient laissés de côté :

1° Alimentation des fontaines publiques de puisage (eau de source fournie gratuitement par la ville). — Estimation.

2° Dépense des établissements de consommation et des appareils pour la préparation des produits comestibles (eau de source payée à la ville). — Mesurage par les compteurs des branchements.

3° Arrosage des jardins, lavage des chaussées et des galeries de l'Exposition (eau de Seine payée au delà d'un cube déterminé; eau d'Ourcq fournie gratuitement par la ville). — Évaluation par analogie avec les appareils semblables en usage dans Paris.

4° Alimentation du Château d'eau et de la cascade du Trocadéro (eau de Seine payée au delà d'un cube déterminé). — Pour le Château d'eau, estimation d'après des jaugeages effectués sur les bassins; pour la cascade du Trocadéro, estimation d'après d'anciens jaugeages du service municipal.

5° Entretien des installations hygiéniques (eau de rivière). — Comme pour l'arrosage et le lavage.

6° Consommation des chaudières (eau de Seine payée au delà d'un cube déterminé). — Mesurage aux compteurs des chaudières.

7° Mise en action d'appareils exposés et usages divers par les exposants ou concessionnaires (eau de rivière). — Mesurage au compteur et exceptionnellement estimation.

Ces procédés ont conduit aux chiffres totaux suivants :

Eaux de Seine			2,481,703^mc
Eaux d'Ourcq			620,190
Eaux de source	Fontaines publiques	14,400^mc	402,995
	Autres usages	388,595	

Dès lors, le décompte des sommes dues par le Commissariat général à la ville a été arrêté comme il suit :

Eaux de Seine (déduction faite de 6,000^{mc} par jour, fournis gratuitement)......	1,203,703^{mc} à 0^{f} 05^{c}	60,185^{f} 15^{c}
Eaux de source............	388,179^{mc} à 0^{f} 15^{c}	58,226 85
	Total.............	118,412 00

L'Administration a accordé 641 concessions d'eau, savoir :

	À titre gratuit.	À titre onéreux.
Eaux de Seine...........................	70	138
Eaux d'Ourcq...........................	13	49
Eaux de source..........................	50	321
Total............	133	508

Sur ces 641 concessions, 23 seulement avaient été exonérées de l'obligation du compteur; elles étaient situées au Champ de Mars, alimentées en eau de Seine et faites à titre gratuit.

Les dépenses d'eau fournie à titre onéreux et les sommes à mettre en recouvrement se sont chiffrées ainsi (du 1er janvier au 31 décembre 1900) :

Eaux de Seine.	Tarif général..	263,007^{mc} à 0^{f} 15^{c}	39,451^{f} 05^{c}
	Tarif spécial à la Tour....	11,835^{mc} à 0^{f} 125	1,479 38
		Total............	40,930 43
Eaux d'Ourcq..	Tarif général..	77,479^{mc} à 0^{f} 15^{c}	11,621^{f} 85^{c}
	Tarif spécial à la Tour....	172,411^{mc} à 0^{f} 125	21,551 38
		Total............	33,173 23
Eaux de source..............		276,017^{mc} à 0^{f} 35^{c}	96,605^{f} 95^{c}
		Total général.........	170,709^{f} 61^{c}
		À déduire pour non-valeurs....	411 60
		Reste...........	170,298 01

IMPRIMERIE NATIONALE.

Si l'on en retranche la somme payée à la ville (41,347 fr. 65) et la prime[1] de la Compagnie générale des eaux (17,989 fr. 10), soit ensemble 59,336 fr. 75, la recette nette est, en définitive, de 110,961 fr. 26.

10. Entretien des réseaux de distribution. — La surveillance et l'entretien du réseau de distribution furent assurés par un personnel spécial.

Une équipe d'ouvriers y était journellement employée. En outre, l'Administration avait organisé une permanence, qui rendit d'inappréciables services et qui comprenait : un agent de la voirie, un inspecteur ou sous-inspecteur de la Compagnie des eaux et 5 fontainiers. La compagnie, régisseur intéressé, fournissait les fontainiers et supportait une partie des frais de la permanence, l'autre partie incombant au Commissariat général : pour le service de jour, l'Administration payait la moitié du salaire de l'inspecteur et le salaire de deux hommes, la compagnie acquittait l'autre moitié des émoluments de l'inspecteur et le salaire de 3 hommes; pour le service de nuit, le salaire de l'inspecteur se partageait de même, et l'Administration payait, comme la compagnie, le salaire d'un homme. Tous les outils, pièces de rechange, etc., nécessaires pour les réparations urgentes se trouvaient à la disposition des agents de la permanence.

Ces agents furent aussi préposés à la manœuvre des gros robinets d'alimentation du Château d'eau, placés sur les conduites d'eau de la ville, ainsi qu'à la manœuvre et à l'entretien de la cascade du Trocadéro.

Ils concouraient également, avec les sapeurs-pompiers, à la visite des bouches d'eau et robinets de secours.

Les dépenses d'entretien et de permanence n'ont pas dépassé 39,184 fr. 14.

Grâce aux mesures prises, il ne s'est produit dans les réseaux de distribution que trois accidents d'une certaine importance : la rupture d'une ancienne conduite d'eau de Seine ($0^{m}60$ de diamètre), à l'angle

[1] Cette prime a été calculée en faisant abstraction, d'une part, des eaux de source, et, d'autre part, de la réduction de tarif en faveur de la Tour.

des avenues de La Motte-Picquet et de Suffren, sous un pavillon annexe de l'Espagne; deux ruptures d'une conduite alimentant la cascade du Trocadéro ($0^m 60$). Ces trois accidents, purement matériels, ont été promptement réparés.

§ 2. Annexe du bois de Vincennes.

(Eaux de la Ville de Paris et de la Compagnie générale des eaux.)

1. Eaux disponibles; leur affectation. Réseaux de distribution. — La partie du bois de Vincennes comprise dans les limites de l'annexe était jusqu'alors exclusivement alimentée en eau de Marne non épurée provenant du lac de Gravelle, où la refoulaient les machines élévatoires municipales de Saint-Maur. Cette eau, suffisante pour les besoins habituels, c'est-à-dire pour l'arrosage et pour le service de quelques bornes-fontaines, arrivait sous une faible pression (15 mètres en moyenne), par des conduites d'un diamètre de $0^m 25$, $0^m 15$, $0^m 10$, $0^m 08$, $0^m 06$, et d'un développement total de 15 kilomètres environ.

Bien que l'eau de Marne non épurée fût seule en usage dans l'étendue de l'annexe, il existait, soit au pourtour, soit même à l'intérieur, le long des avenues Daumesnil et de Gravelle, du chemin de grande communication n° 38, ainsi que des routes de Reuilly, du Château et du Lac, des conduites appartenant à la Compagnie générale des eaux et portant aux communes voisines l'eau épurée, à haute pression (40 mètres), que fournissaient les usines de cette société à Choisy, Neuilly-sur-Marne et Nogent.

Soucieux avant tout des intérêts de l'hygiène, le Commissariat général résolut de limiter strictement aux usages industriels, à l'arrosage et au lavage l'emploi des eaux municipales non épurées, de pourvoir autant que possible à la consommation domestique par une canalisation nouvelle et spéciale se branchant sur celles de la Compagnie générale des eaux, et, sur les points où il faudrait recourir aux eaux municipales pour cette consommation, de les soumettre à un filtrage ou à une stérilisation préalables.

La canalisation nouvelle ainsi décidée avait $0^m 135$ de diamètre et

2,398 mètres de longueur. Elle contournait le lac, en empruntant les routes des Glacières et du Bac, et desservait par suite la région où devaient se grouper les restaurants et autres établissements de consommation. Deux branchements de 0^m25, mesurant ensemble 25 mètres, la reliaient, d'une part, avec la conduite de 0^m50 placée sous la route du Château, d'autre part, avec la conduite de 0^m40 établie le long du chemin de grande communication n° 38. La Compagnie générale des eaux la fournit en location et la posa moyennant un prix de 20,317 fr. 36, en exécution d'un contrat dont il sera parlé plus loin.

En outre, l'Administration de l'Exposition put utiliser la conduite de 0^m162 longeant l'avenue de Gravelle et faisant partie du réseau de la compagnie.

2. Bornes-fontaines. Bouches et postes d'eau pour le secours contre l'incendie. — Vingt-sept bornes-fontaines furent réparties dans l'annexe en remplacement des bornes existantes. Elles étaient alimentées : 13 en eau épurée de la Compagnie générale des eaux; 10 en eau de Marne stérilisée par les procédés de la Compagnie générale aérohydraulique; 4 en eau de Marne filtrée au moyen d'appareils adaptés aux fontaines. Un tonneau-filtre du système Jacobson fournissait aussi son contingent.

Seul, l'emploi des procédés de la Compagnie générale aérohydraulique appelle quelques explications. Le principe de ces procédés est de porter économiquement les eaux à une température suffisante pour détruire les germes dangereux, puis de les refroidir et de les ramener à une température voisine de la normale, sans leur enlever leurs qualités potables et sans les exposer à la contamination pendant le refroidissement.

Dans le système Vaillard et Desmaroux exploité par la société, l'eau venant de la canalisation arrive d'abord dans un filtre et s'y clarifie; un régulateur d'entrée réduit ensuite sa pression, s'il y a lieu; après son passage dans un régulateur de température, elle circule au travers d'échangeurs, où elle s'échauffe lentement au contact de l'eau stérilisée, qui suit une direction inverse; puis, un caléfacteur

à caissons annulaires achève de l'échauffer; ainsi stérilisée, elle va à l'orifice de sortie en abandonnant sa chaleur à l'eau non encore traitée et conduite par les échangeurs vers le caléfacteur.

La compagnie ayant exprimé le désir d'exposer son système en fonctionnement et d'établir une usine de stérilisation, dix fontaines Wallace et les conduites destinées à les desservir, une convention a été passée avec elle à cet effet. (Pièce annexe n° 27.) Aux termes du contrat, la société prenait l'engagement d'alimenter les dix fontaines Wallace pendant toute la durée de l'Exposition, depuis l'heure de l'ouverture jusqu'à l'heure de la fermeture des portes. L'Administration lui livrait gratuitement l'eau de Marne non épurée et lui allouait une subvention forfaitaire de 3,000 francs.

Un grand prix a été accordé à la compagnie dans la classe de l'hygiène et du matériel sanitaire des armées de terre et de mer.

Abstraction faite de la subvention à la Compagnie générale aéro-hydraulique, la dépense d'installation des bornes-fontaines a été de 3,232 fr. 77.

Le service de secours contre l'incendie était assuré, suivant les indications des sapeurs-pompiers : 1° par treize bouches de 100 millimètres, disséminées dans l'annexe en dehors des constructions et placées de préférence à proximité des groupes de bâtiments; 2° par des robinets de secours de 40 millimètres, avec tuyaux et lances, disposés dans les pavillons.

Six de ces robinets avaient été installés par l'Administration : trois dans le bâtiment des Automobiles, un dans celui des Cycles, deux dans celui des Moteurs.

Bouches et robinets recevaient l'eau épurée à la pression de 40 mètres.

La dépense fut de 8,225 fr. 20, dont 4,360 francs pour les bouches extérieures et 3,865 fr. 20 pour les robinets de secours.

3. Fourniture de l'eau à l'Administration et livraison aux consommateurs. Conventions avec la Compagnie générale des eaux. — L'eau de Marne non épurée provenant du lac de Gravelle était mise

gratuitement à la disposition du Commissariat général par la ville de Paris, en vertu de la convention du 6 août 1898, qui a été précédemment analysée, page 230, et dont les clauses avaient été étendues à l'annexe du bois de Vincennes.

Quant aux eaux épurées, la Compagnie générale des eaux les fournissait à l'Administration au prix de 0 fr. 315 par mètre cube, pour le volume consommé et payé par les exposants ou concessionnaires, et de 0 fr. 21, pour le volume consommé directement par l'Administration ou livré gratuitement par elle aux exposants en vue du fonctionnement des appareils exposés.

De son côté et conformément à l'article 47 du Règlement général, l'Administration livrait gratuitement aux exposants l'eau nécessaire pour le fonctionnement des appareils exposés.

Elle fournissait aussi aux exposants et concessionnaires l'eau destinée à d'autres usages, moyennant une taxe de 0 fr. 15 pour l'eau non épurée et de 0 fr. 35 pour l'eau épurée.

Dans l'un et l'autre cas, les intéressés étaient tenus de faire les branchements à leurs frais.

Pour assurer l'exécution du service, le Commissaire général passa, le 28 mars 1900, avec la Compagnie générale des eaux, deux conventions, l'une relative à l'eau non épurée, l'autre relative à l'eau épurée (pièces annexes n°s 28 et 29); ces conventions reçurent, le 7 avril 1900, l'approbation du Ministre du commerce.

La compagnie s'engageait :

1° A établir pour le compte de l'Administration et à entretenir la canalisation nouvelle d'eau épurée;

2° A établir de même les bouches d'incendie alimentées par cette canalisation;

3° A faire les branchements demandés par l'Administration, les exposants et les concessionnaires;

4° A fournir en location et à entretenir les compteurs, pourvu que leur diamètre ne dépassât pas 0^m^ 08;

5° A effectuer la distribution de l'eau épurée ou non épurée, le

volume d'eau épurée devant atteindre au moins 100 mètres cubes à l'heure;

6° A devenir le régisseur intéressé de la vente des eaux livrées à titre onéreux par le Commissariat général, et, en conséquence, à dresser les polices d'abonnement, à relever les consommations, à recouvrer les taxes et à en verser le montant entre les mains du receveur central des finances de la Seine, au compte de l'Exposition.

Pour la canalisation d'eau épurée, l'Administration avait à payer la fourniture en location des fontes, la pose et la dépose, aux prix fixés par le contrat. Les accords intervenus réglaient également l'allocation supplémentaire qui serait due à la compagnie, si l'Administration se déterminait à maintenir la canalisation nouvelle : cette éventualité s'est réalisée, la ville de Paris ayant conservé les conduites, sauf les deux nourrices de $0^{m}25$.

Des prix étaient aussi convenus pour les bouches d'incendie, les branchements et les compteurs.

Le Commissariat général mettait gratuitement à la disposition de la compagnie un local comprenant un bureau de réclamation et deux chambres de fontainier. Deux agents représentaient la compagnie : un inspecteur et un fontainier. Seul, le fontainier restait à demeure dans l'annexe.

Une clause formelle dégageait la responsabilité de la compagnie, pour les irrégularités de fonctionnement, les insuffisances de débit, les accidents, qui viendraient à se produire sur le réseau des conduites municipales; la société s'obligeait seulement à faire, aux frais de l'Administration, les réparations nécessaires.

Comme pour l'enceinte urbaine, des dispositions précises étaient inscrites dans les conventions au sujet des formes essentielles de la comptabilité. En cas de non-encaissement, la compagnie avait à justifier par un rapport spécial le défaut de recouvrement. A la clôture du service, l'Administration arrêtait l'état des non-valeurs.

A titre de rémunération, la compagnie recevait :

1° Pour l'eau non épurée, consommée et payée par les exposants et concessionnaires, 0 fr. 01 par mètre cube;

2° Pour l'eau épurée, les prix de 0 fr. 315 et 0 fr. 21 ci-dessus

relatés, ces prix comprenant la prime d'épuration de 0 fr. 01, conformément à la convention du 20 janvier 1894 entre le département de la Seine et la compagnie.

Chaque convention était accompagnée d'un modèle de police, d'un modèle de demande d'eau gratuite et d'un règlement sur les concessions.

Les deux règlements ainsi annexés aux contrats étant conformes à l'arrêté pris, le 20 décembre 1899, par le Commissaire général pour l'enceinte urbaine, il est inutile d'y insister.

4. Contrôle et importance de la consommation. Dépenses et recettes. — Tous les branchements établis par les exposants ou les concessionnaires étaient munis de compteurs. Pour le surplus, le cube de l'eau dépensée a fait l'objet d'évaluations.

Il a été accordé cinquante-huit concessions, savoir :

	À TITRE	
	GRATUIT.	ONÉREUX.
Eau non épurée	13	27
Eau épurée	7	11
TOTAL	20	38

Les sommes payées à la Compagnie générale des eaux se sont élevées à 7,545 fr. 76 :

Eau non épurée	7,039^{mc} à 0^f 01^c	70^f 39^c
Eau épurée	2,974^{mc} à 0^f 315	936 81
Eau épurée	31,136^{mc} à 0^f 21^c	6,538 56
TOTAL		7,545 76

Quant aux sommes à mettre en recouvrement, elles ont été les suivantes :

Eau non épurée	7,053^{mc} à 0^f 15^c	1,057^f 95^c
Eau épurée	2,974^{mc} à 0^f 35^c	1,040 90
TOTAL		2,098 85
A DÉDUIRE pour non-valeur		2 10
RESTE		2,096 75

CHAPITRE II.

ÉLÉVATION ET DISTRIBUTION D'EAU DE SEINE POUR LE CHÂTEAU D'EAU ET LE SERVICE MÉCANIQUE.

1. Objet des travaux. — Aux termes de la convention du 6 août 1898 entre le Commissaire général et le Préfet de la Seine, approuvée le 10 août par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, la ville ne s'engageait à fournir qu'un volume d'eau de 300 litres par seconde, pendant sept heures environ de marche journalière, pour l'alimentation du Château d'eau et la condensation des machines motrices.

Or, le volume d'eau jugé nécessaire était de 1,200 litres par seconde.

L'Administration de l'Exposition devait donc se pourvoir elle-même de la différence, soit 900 litres par seconde. Elle ne pouvait le faire qu'au moyen d'une prise d'eau spéciale dans la Seine et comprit en conséquence dans son plan général de travaux : 1° l'installation d'une usine élévatoire sur le bas-port de la Cunette, en aval du pont d'Iéna, rive gauche du fleuve; 2° l'établissement d'un réseau de canalisations conduisant les eaux au Château d'eau, les élevant à la hauteur voulue pour alimenter tous les effets à basse pression (le contingent de la ville étant réservé aux effets à haute pression), puis les reprenant dans le bassin inférieur et les distribuant aux machines motrices.

M. Delaunay-Belleville, directeur général de l'exploitation, fut spécialement chargé, avec la collaboration de M. Meunier, ingénieur principal, et de M. Suret, inspecteur principal, de pourvoir à l'exécution de ces travaux, ainsi que des ouvrages destinés au retour des eaux chaudes de condensation vers la Seine.

2. Usine élévatoire. — 1. *Programme du concours.* — Un concours

fut ouvert pour la construction et l'exploitation de l'usine élévatoire, sur un programme dont les dispositions méritent d'être analysées. (Voir le texte *in extenso* aux annexes, pièce n° 30.)

Aux termes de l'article premier, l'usine devait comprendre deux groupes de machines, soit indépendants, soit réunis en un seul ensemble. L'Administration se réservait de traiter avec un constructeur unique ou avec deux constructeurs.

L'entreprise s'appliquait à la construction des appareils, à leur mise en place, à l'établissement des abris et de la cheminée, à l'exploitation de l'usine pendant la durée de l'Exposition, puis au démontage et à la remise des lieux en l'état. (Art. 2.)

Tous les appareils étant considérés comme objets exposés et concourant, dès lors, pour l'obtention des récompenses, leur fourniture ne donnait lieu à aucune rémunération; mais l'Administration apportait à l'installation de chacun des deux groupes une part contributive de 60,000 francs et offrait, par mètre cube d'eau élevée, une allocation dont le montant serait indiqué dans les soumissions des concurrents. Le concessionnaire gardait la propriété des appareils. (Art. 3 et 23.)

L'article 4 déterminait l'emplacement de l'usine et celui du dépôt de charbon.

Dans chaque groupe, les machines devaient être capables d'élever, par seconde, 750 litres d'eau de la cote (26) correspondant au niveau de la retenue du fleuve, abaissée accidentellement d'un mètre, à la cote (47,50), correspondant au niveau du déversoir de la vasque du Château d'eau où aboutiraient les conduites ascensionnelles. En service normal, les deux groupes étaient appelés à fonctionner simultanément et le débit de chacun d'eux se trouvait limité à 450 ou 500 litres par seconde. (Art. 5 et 6.)

L'Administration prenait l'engagement d'établir à ses frais deux enclaves de prise d'eau en Seine, mais laissait les tuyaux d'aspiration et leurs crépines à la charge des fournisseurs. (Art. 6.)

En vertu de l'article 7, les constructeurs fournissaient les conduites de refoulement, jusqu'aux robinets-vannes d'arrêt voisins de l'usine et y compris ces robinets. De là partaient deux conduites ascensionnelles

dont la dépense incombait à l'Administration. Ces conduites avaient 0m 80 de diamètre; elles aboutissaient au Château d'eau, après un parcours de 1,000 mètres au maximum. Chacune d'elles débitait, en service normal, 450 ou 500 litres par seconde; exceptionnellement, dans le cas d'accident à l'une des files de tuyaux, le débit de l'autre était élevé à 750 litres.

L'article 8 fixait la hauteur minimum de la cheminée à 35 mètres ou 15 mètres, suivant que les foyers seraient alimentés par de la houille ou par du coke. Dans la première hypothèse, il imposait la fumivorité.

A l'article 9 avaient pris place des dispositions sur lesquelles il est inutile d'insister et qui concernaient la construction ainsi que la démolition et l'enlèvement des matériaux.

L'article 10 rendait la condensation obligatoire. Il interdisait d'emprunter au refoulement des pompes l'eau nécessaire à l'alimentation des générateurs et à la condensation.

Conformément à l'article 11, les deux groupes devaient fonctionner normalement du 15 avril au 5 novembre 1900.

Il appartenait au directeur général de l'exploitation d'arrêter la durée du travail journalier et la répartition des heures de travail dans chaque journée, d'après les besoins du service. Toutefois le programme prévoyait que les ordres de marche seraient réglés de manière à demander sensiblement le même volume d'eau aux deux groupes pendant la durée totale de l'Exposition. (Art. 12.)

Un appareil enregistreur automatique placé aux frais des fournisseurs devait indiquer constamment, près de chaque groupe, le niveau de l'eau dans le bassin inférieur du Château d'eau. L'allure des machines était réglée d'après ce niveau. (Art. 13.)

L'article 14 prescrivait des compteurs permettant le jaugeage de l'eau élevée.

Sous réserve des dérogations expresses stipulées au programme, les cahiers des charges généraux de l'Exposition s'appliquaient à l'usine élévatoire. (Art. 15.)

Un délai de deux mois à partir de la décision sur le concours était imparti aux constructeurs choisis pour présenter leurs projets de détail.

L'Administration pouvait subordonner son approbation aux changements qu'elle jugerait nécessaires à la sécurité publique et au fonctionnement régulier des appareils. (Art. 16.)

L'article 17 déterminait les délais d'exécution; au 1er mars 1900, terme extrême, les groupes de machines devaient pouvoir entrer en service régulier.

Dans le cas de retard sur l'un ou l'autre des délais spécifiés aux articles précédents, les fournisseurs encouraient, par journée de retard, une amende égale à la rémunération d'un refoulement de 15,000 mètres cubes. Les amendes pouvaient se cumuler. Si le retard était de nature à compromettre l'achèvement des travaux en temps utile, le Commissaire général avait le droit de prononcer la déchéance, de prendre possession des ouvrages et approvisionnements, et de terminer l'installation aux frais des concessionnaires primitifs. (Art. 18.)

En exécution de l'article 19, l'Administration était investie d'une faculté de contrôle dans les ateliers des fournisseurs et pouvait, si elle constatait un risque sérieux de retard, prendre, aux frais de ces fournisseurs, les mesures indispensables pour y pourvoir.

Dès le 1er mars 1900, commençaient, aux frais des constructeurs et par les soins de l'Administration, les essais des groupes de machines. Les fournisseurs étaient tenus de procéder d'urgence aux modifications dont ces épreuves révéleraient la nécessité. (Art. 20.)

Suivaient quelques articles auxquels il est inutile de s'arrêter dans cette analyse sommaire et qui avaient trait : à la continuité de l'exploitation (art. 21), au délai de démontage des appareils après l'Exposition (art. 22), aux rémunérations pour l'installation et le fonctionnement des groupes de machines (art. 23), aux époques de payement (art. 24), au règlement des comptes (art. 25), à l'application des lois et règlements (art. 26), à la bonne tenue du personnel (art. 27), à la sécurité des visiteurs et du personnel (art. 28).

Si une contestation s'élevait entre l'Administration et les fournisseurs, elle devait, avant toute action contentieuse, être déférée à un comité de conciliation de trois personnes prises dans le comité consultatif des machines et choisies, l'une par le Commissaire géné-

ral, la seconde par le constructeur, la troisième par les deux premières. (Art. 29.)

Les constructeurs français désireux de prendre part au concours devaient en faire la demande, avant le 1er novembre 1898, au Commissaire général, qui statuait sur la proposition du directeur général de l'exploitation, après avis d'une commission présidée par ce haut fonctionnaire et comprenant le directeur des finances, le secrétaire général, ainsi que l'ingénieur principal des services hydrauliques. (Art. 30 et 31.) Un cautionnement était imposé aux concurrents admis. (Art. 32.)

Ces concurrents avaient ensuite à déposer leur soumission, appuyée d'un projet détaillé, et à indiquer la somme réclamée par eux comme prix du mètre cube d'eau élevée. Les soumissions étaient ouvertes en séance publique. (Art. 33 et 34.)

L'article 35 chargeait de l'examen des projets un jury ainsi constitué : le directeur général de l'exploitation, président ; le directeur des services d'architecture ; l'ingénieur principal des installations hydrauliques ; le président du comité technique des machines ; le président de la troisième sous-commission (installations diverses) de ce comité ; un membre désigné par la même sous-commission ; enfin le président, le vice-président, le rapporteur et le secrétaire du comité d'admission de la classe des «appareils divers de la mécanique générale». Dans son appréciation, le jury devait tenir compte à la fois de la rémunération demandée par les soumissionnaires et du mérite technique des projets.

Au vu du rapport présenté par le jury, le Commissaire général rendait sa décision ; puis un marché était conclu entre l'Administration et les auteurs des projets choisis. (Art. 36.)

2. *Résultats du concours.* — Quatre concurrents se trouvèrent définitivement en présence, à la suite d'une série d'éliminations.

MM. Salmson et Cie, en collaboration avec la Compagnie parisienne de l'air comprimé, qui a un réseau de distribution dans Paris, proposaient douze appareils élévateurs d'eau par l'air comprimé. Chaque appareil se composait de deux cloches immergées dans une fosse qui

communiquait avec la Seine ; l'une des cloches alimentait les conduites ascensionnelles sous la pression de l'air, tandis que l'autre, soustraite à cette pression, recevait l'eau du fleuve et se remplissait. La contenance utile des cloches donnait un débit de 100 litres par pulsation, et l'élévation de 1,000 litres par seconde était ainsi assurée d'une manière certaine. Un distributeur automatique, commandé par des robinets à flotteurs, mettait alternativement chacune des cloches en communication avec l'air comprimé ou avec l'air libre. Le prix demandé était de 5 centimes par mètre cube d'eau refoulée.

Le projet de la société anonyme de mécanique industrielle d'Anzin comportait : 1° deux machines horizontales à vapeur, dont chacune, produisant 160 chevaux effectifs, actionnait par courroie une paire de pompes centrifuges conjuguées et refoulait 250 litres par seconde ; 2° une machine-pilon, dite *différentielle*, qui agissait directement, par son arbre moteur, sur une pompe centrifuge débitant 250 litres à la seconde ; 3° un condenseur avec pompes à air indépendantes ; 4° une batterie de trois chaudières Niclausse. Ici encore, la soumission fixait à 5 centimes le prix du mètre cube d'eau élevée.

La Société des appareils à réaction radiale prévoyait, pour chaque groupe de machines élévatoires : 1° deux pompes centrifuges, dites *à réaction radiale*, commandées respectivement par deux machines Willans de 275 et de 140 chevaux, et fournissant, la première 500 litres, la seconde 250 litres à la seconde; 2° trois chaudières Babcock et Wilcox. Elle demandait 3 centimes par mètre cube d'eau.

Enfin la société française des pompes Worthington soumettait trois combinaisons, basées sur l'emploi de ses pompes à vapeur, à action directe et à triple expansion, et de générateurs multitubulaires. Dans la première combinaison, applicable à un seul groupe, le projet comprenait deux machines élévatoires capables d'élever chacune 500 litres par seconde; le mètre cube d'eau devait être payé 2 centimes 1/2. La deuxième, applicable aux deux groupes, prévoyait deux machines refoulant, l'une 500 litres, l'autre 250 litres à la seconde, moyennant un prix de 2 centimes par mètre cube. Dans la dernière combinaison, les deux groupes étaient réunis et abrités par un bâtiment unique, recevant un matériel double de celui du

deuxième projet, c'est-à-dire deux pompes de 500 litres, deux pompes de 250 litres et quatre générateurs; le soumissionnaire livrait l'eau gratuitement.

Tout en reconnaissant la valeur des quatre projets, le jury se prononça en faveur de la troisième combinaison de la société Worthington. Cette société avait fait ses preuves, notamment à l'exposition universelle de 1889, pour une installation analogue, quoique moins importante. Sa proposition procurait au Commissariat général une économie notable, en même temps qu'elle le débarrassait d'un contrôle minutieux et d'opérations de comptabilité. Le jury signalait, d'ailleurs, la prévision, dans le projet, de condenseurs à surface disposés sur la conduite d'aspiration des pompes, contrairement à l'article 10 du cahier des charges, mais en faisant remarquer que l'inconvénient ne serait pas grave, si l'élévation de température de l'eau était limitée à 1/2 degré, et qu'au surplus la société consentirait, le cas échéant, à l'adoption d'un système différent de condenseurs. Il appelait également l'attention de l'Administration sur deux autres points secondaires.

3. *Marché avec la société française des pompes Worthington.* — Le Commissaire général ayant ratifié les conclusions du jury, ces conclusions servirent de base à un marché définitif, en date du 17 mars 1899, avec la société française des pompes Worthington. (Pièce annexe n° 31.)

D'après le contrat, les deux groupes, bien qu'abrités par un bâtiment unique, devaient rester indépendants.

Les dimensions assignées au bâtiment étaient : pour la longueur, 55 mètres; pour la largeur, 11m50 à 14 mètres.

La société avait la faculté d'installer, soit quatre machines d'une capacité de débit de 500 litres, soit deux machines de 500 litres et deux de 250 litres, mais s'engageait à faire connaître sa détermination dans un délai de deux mois.

Elle justifiait de la construction de son matériel en France (MM. Crépelle et Garand, à Lille, pour les machines élévatoires; la compagnie française Babcock et Wilcox, à la Courneuve, près

Paris, pour les générateurs). Les matériaux étaient d'origine nationale.

L'Administration acceptait l'usage de condenseurs à surface et la circulation, dans ces appareils, de l'eau aspirée ou refoulée par les pompes, étant entendu que cette eau ne subirait jamais un échauffement supérieur à six dixièmes de degré centigrade et n'aurait point de contact direct avec la vapeur.

En aucun cas, la pression de l'eau ne devait varier de plus d'un mètre au-dessus ou au-dessous de la moyenne. A cet effet, le marché stipulait l'emploi de réservoirs d'air ayant une capacité suffisante. Il prescrivait les précautions voulues pour la mise en marche et l'arrêt lents et progressifs, afin de ne pas fatiguer les conduites ascensionnelles.

Malgré la gratuité de l'exploitation, le Commissariat général exigeait des compteurs permettant de tenir un compte du volume d'eau refoulé journellement.

Chaque jour de retard dans la production des plans d'exécution ou dans la mise en service régulier de l'usine donnait lieu à une amende de six cents francs. Tout arrêt de service entraînait la même pénalité. Cependant, l'amende était réduite à trois cents francs, si le retard ne portait que sur un des deux groupes de machines élévatoires ou si l'arrêt ne s'appliquait qu'à la moitié du service.

La proportion des ouvriers étrangers attachés à la construction de l'usine, à l'entretien des machines et à leur conduite ne pouvait dépasser un dixième.

Un avenant du 9 novembre 1900 accorda à la société une rémunération de 1,000 francs par journée supplémentaire pendant la période de prolongation de l'Exposition. Cette indemnité forfaitaire correspondait à une fourniture de 40,000 mètres cubes d'eau par jour et au prix unitaire de deux centimes et demi par mètre cube.

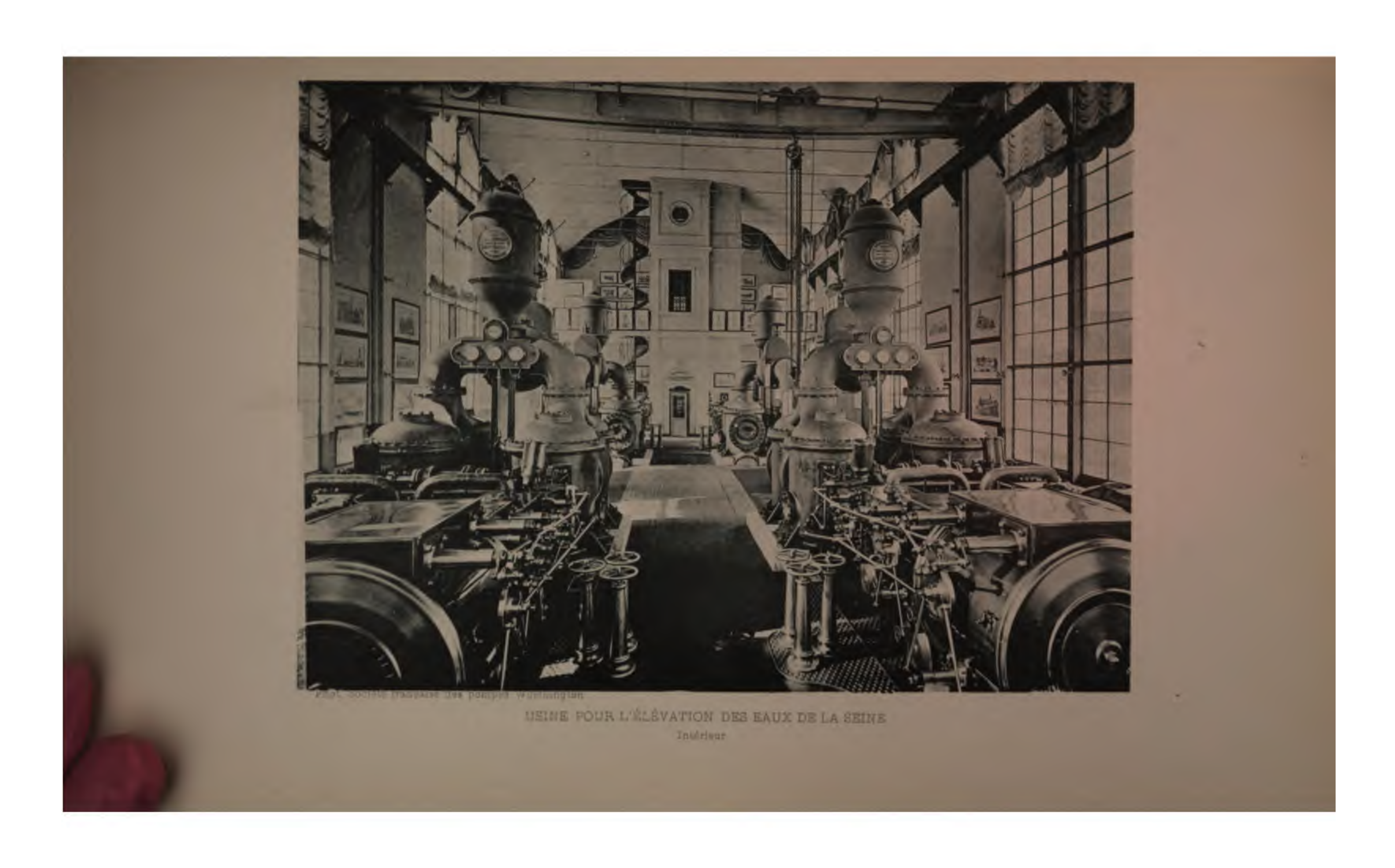
4. *Dispositions générales et fonctionnement de l'usine.* — L'usine comprenait quatre pompes Worthington de 500 litres, formant deux groupes et occupant un rectangle au centre duquel se trouvait le pui-



Phot. Société française des pompes Worthington

USINE POUR L'ÉLÉVATION DES EAUX DE LA SEINE

Vue extérieure



Phot. Société française des pompes Worthington

USINE POUR L'ÉLÉVATION DES EAUX DE LA SEINE

Intérieur

sard des conduites d'aspiration. Ces pompes étaient munies de cylindres compensateurs et présentaient les dimensions suivantes :

Diamètre du petit cylindre à vapeur	$0^{m}305$
Diamètre du cylindre moyen	0 508
Diamètre du grand cylindre	0 864
Diamètre du piston plongeur à double effet	0 660
Course commune à tous les pistons	0 610

La vitesse pouvait varier de 20 à 40 tours par minute. Chaque coup double de machine engendrait un volume de 832 litres et, en évaluant le rendement à 0,95, refoulait 790 litres. Deux machines fonctionnant ensemble, à une vitesse moyenne de 37 coups doubles, élevaient donc 975 litres par seconde.

Des condenseurs à surface assuraient la condensation de la vapeur. L'échauffement de l'eau refoulée ne dépassait pas 0° 57.

Quatre chaudières multibulaires de la société Babcock et Wilcox, timbrées à 12 kilogrammes et ayant chacune une surface de chauffe de 110 mètres carrés, produisaient la vapeur nécessaire. L'eau d'alimentation leur arrivait par deux pompes Worthington du type marin et passait d'abord dans des réchauffeurs, puis dans des filtres. Pour chacun des générateurs, la capacité de production de vapeur atteignait 15 kilogrammes par mètre carré et par heure, soit 1,650 kilogrammes pour les 110 mètres carrés de surface de chauffe. Le charbon, emmagasiné sous la chaufferie, était élevé au moyen d'un élévateur du système Bagshawe jusqu'à une trémie centrale surmontant les chaudières et munie de quatre distributeurs; devant chaque foyer, une trémie secondaire, à ouverture variable, permettait de régler la consommation; les grilles, en fonte, constituaient une chaîne sans fin mobile autour de deux tambours horizontaux.

La force en eau montée des machines, pour un débit de 500 litres par seconde et une hauteur de refoulement de $22^{m}90$, y compris les pertes de charge dans les conduites ascensionnelles, était de 153 chevaux.

Un appareil enregistreur, du système Parenthou, mis en communication électrique avec le Château d'eau, indiquait à tout

IMPRIMERIE NATIONALE.

instant le niveau de l'eau dans le bassin inférieur du Château d'eau, c'est-à-dire dans le réservoir d'où partait le réseau de distribution. Les mécaniciens réglaient, en conséquence, l'allure des machines.

Quant au bâtiment, il offrait un aspect décoratif satisfaisant. La société Worthington en avait construit les parois à l'aide de panneaux métalliques interchangeables et d'un remplissage par des carreaux de plâtre. Un contreventement reliait les façades. Le sol de la salle des machines se trouvait à 3 mètres en contre-haut du niveau normal de la Seine. Un pont roulant, placé à 8 mètres au-dessus du sol, pouvait se déplacer sur toute la longueur de la salle; il rendit d'excellents services pour le montage. L'éclairage était assuré, le jour, par de grandes baies vitrées, et, le soir, par de nombreuses lampes à incandescence. Ingénieusement dissimulée dans le bâtiment, la cheminée se terminait à la partie supérieure d'une coupole.

Les machines élévatoires ont toujours bien fonctionné. En général, la marche était réglée comme il suit : de 9 heures du matin à 1 heure de l'après-midi, une seule machine suffisait; à partir d'une heure, deux machines marchaient sans interruption jusqu'à 11 heures 1/2 du soir. Il a fallu, exceptionnellement, recourir à trois machines pour les effets du Château d'eau.

D'après les feuilles de service, le volume moyen de l'eau élevée journellement a été de 42,000 mètres cubes, chiffre correspondant à un refoulement total de 8,904,000 mètres cubes pendant la durée de l'Exposition.

La force effectivement développée par chaque machine peut être estimée à 142 chevaux.

A raison de 12 kilogrammes au cheval-heure, une machine consommait par heure 1,704 kilogrammes de vapeur. La production d'un générateur ne dépassant pas 1,650 kilogrammes, deux chaudières ne suffisaient pas. Il y avait toujours trois chaudières en charge pour deux machines; l'excédent de production de vapeur servait, le soir, à l'éclairage qui exigeait 100 chevaux environ et consommait 1,200 kilogrammes de vapeur en une heure.

5. *Prise d'eau en Seine.* — Bien qu'établie par l'Administration, la prise d'eau en Seine se lie trop intimement à l'usine élévatoire pour qu'il soit possible de n'en point parler ici.

Cette prise d'eau s'effectuait au moyen d'un aqueduc de $1^m 50$ d'ouverture et $2^m 60$ de hauteur sous clef, ménagé dans le mur de quai, lors de sa construction, et aboutissant au puisard des pompes. Le radier était à la cote (24.80), c'est-à-dire à $2^m 20$ en contre-bas de la retenue normale du fleuve.

L'entrée portait une grille en fer, qui dut être, plus tard, recouverte d'un grillage mécanique.

3. Conduites ascensionnelles. — Par mesure de prudence, la canalisation destinée à conduire les eaux vers la cascade du Champ de Mars était formée de deux conduites jumelles : en cas d'avarie à l'une de ces conduites, l'autre suffisait pour assurer le service. Les tuyaux avaient $0^m 80$ de diamètre intérieur, sauf aux extrémités où se trouvaient deux tronçons de $0^m 60$ de diamètre, l'un sur 5 mètres de longueur au départ de l'usine élévatoire, le second sur 45 mètres de longueur sous le Château d'eau.

Après avoir quitté l'usine, la canalisation passait sous le chemin de fer des Invalides aux Moulineaux, suivait la chaussée de l'avenue de Suffren, pénétrait dans le Champ de Mars entre le palais de l'Optique et le palais de l'Enseignement, longeait ce dernier palais et celui du Génie civil du côté du jardin central, arrivait au pied du Château d'eau, entrait au-dessous du bassin inférieur, alimentait à droite et à gauche les effets d'eau à basse pression, enfin remontait verticalement jusqu'à la vasque située à la cote (47.50) et y débouchait; l'eau retombait ensuite, de cascade en cascade, vers le bassin inférieur où avaient été établis deux déversoirs de trop-plein, capables de livrer passage à tout le débit. Le développement de la canalisation était de 950 mètres; son tracé ne présentait aucune contre-pente, ce qui évitait les cantonnements d'air.

A la sortie de l'usine, les deux conduites jumelles communiquaient par deux manchons à tubulures de $0^m 60$; quatre robinets-vannes permettaient, dans le cas d'avarie à une conduite, de diriger tout le

débit des pompes vers l'autre conduite, et, dans le cas d'arrêt d'un groupe de machines, d'utiliser les deux conduites pour le débit de l'autre groupe.

Le passage sous le chemin de fer de l'Ouest se faisait par une galerie qui avait 28ᵐ 50 de longueur, 3ᵐ 25 de largeur, 1ᵐ 90 de hauteur moyenne, et dont le radier offrait une pente totale de 0ᵐ 10 vers la Seine. Des murettes en maçonnerie, espacées de 2 mètres, supportaient les tuyaux placés de part et d'autre de l'axe.

En plusieurs points, le tracé franchissait des voies ferrées de service. Les traverses de ces voies portaient, par l'intermédiaire d'un platelage en madriers et de fers transversaux à double T, sur des murs en maçonnerie solidement fondés, de telle sorte que le passage des trains n'exposât les conduites à aucun risque.

A l'entrée dans le bassin inférieur, un robinet-vanne de 0ᵐ 80 était adapté à chaque conduite, pour l'isoler si elle venait à se rompre.

Dans la même région, les deux conduites avaient été reliées par une communication de 0ᵐ 80, afin que l'une quelconque des files de tuyaux pût, le cas échéant, alimenter à la fois les tronçons de droite et de gauche sous le bassin.

Ces tronçons reposaient sur des piliers en maçonnerie. Les coudes étaient, au besoin, consolidés par des armatures en fer.

La canalisation se composait : dans l'avenue de Suffren, de tuyaux d'une longueur de 4ᵐ 10 avec joints à bagues; dans le Champ de Mars, de tuyaux d'une longueur utile de 4 mètres à emboîtement et cordon avec joints au plomb.

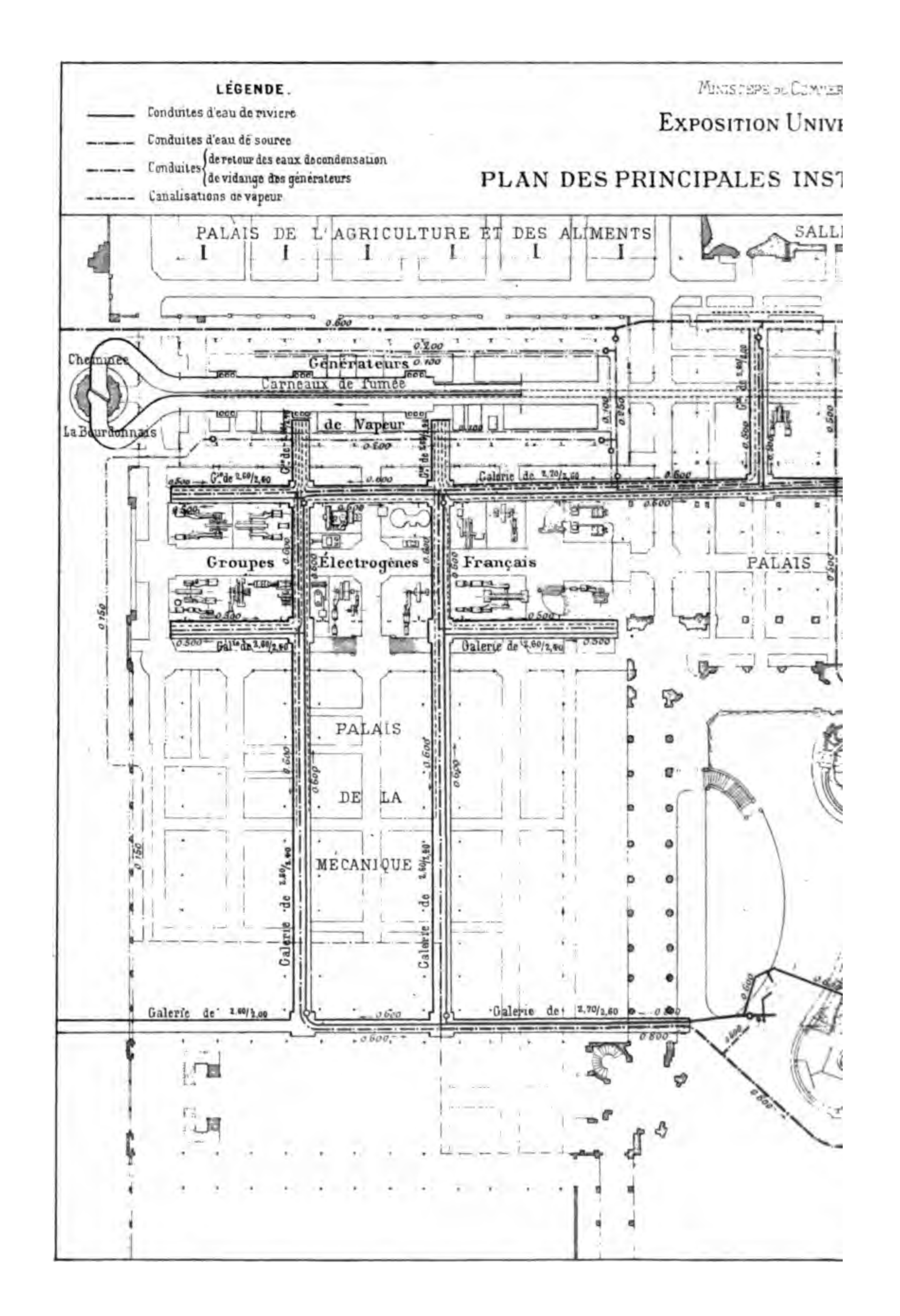
Cette canalisation, le réseau de distribution pour le service de la force motrice et les conduites de retour des eaux chaudes ont fait l'objet d'une adjudication. L'entreprise comprenait la fourniture, la pose, l'entretien et la dépose. Toutes ces opérations étaient soumises à un cahier des charges qui, sauf certaines clauses spéciales, renvoyait à celui du service des eaux de la ville de Paris. La société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson et MM. Mathelin et Garnier ont été déclarés adjudicataires. Commencées au printemps de 1899, les conduites ascensionnelles étaient terminées en août, jusqu'aux abords du Château d'eau; pour le surplus, il fallait attendre que

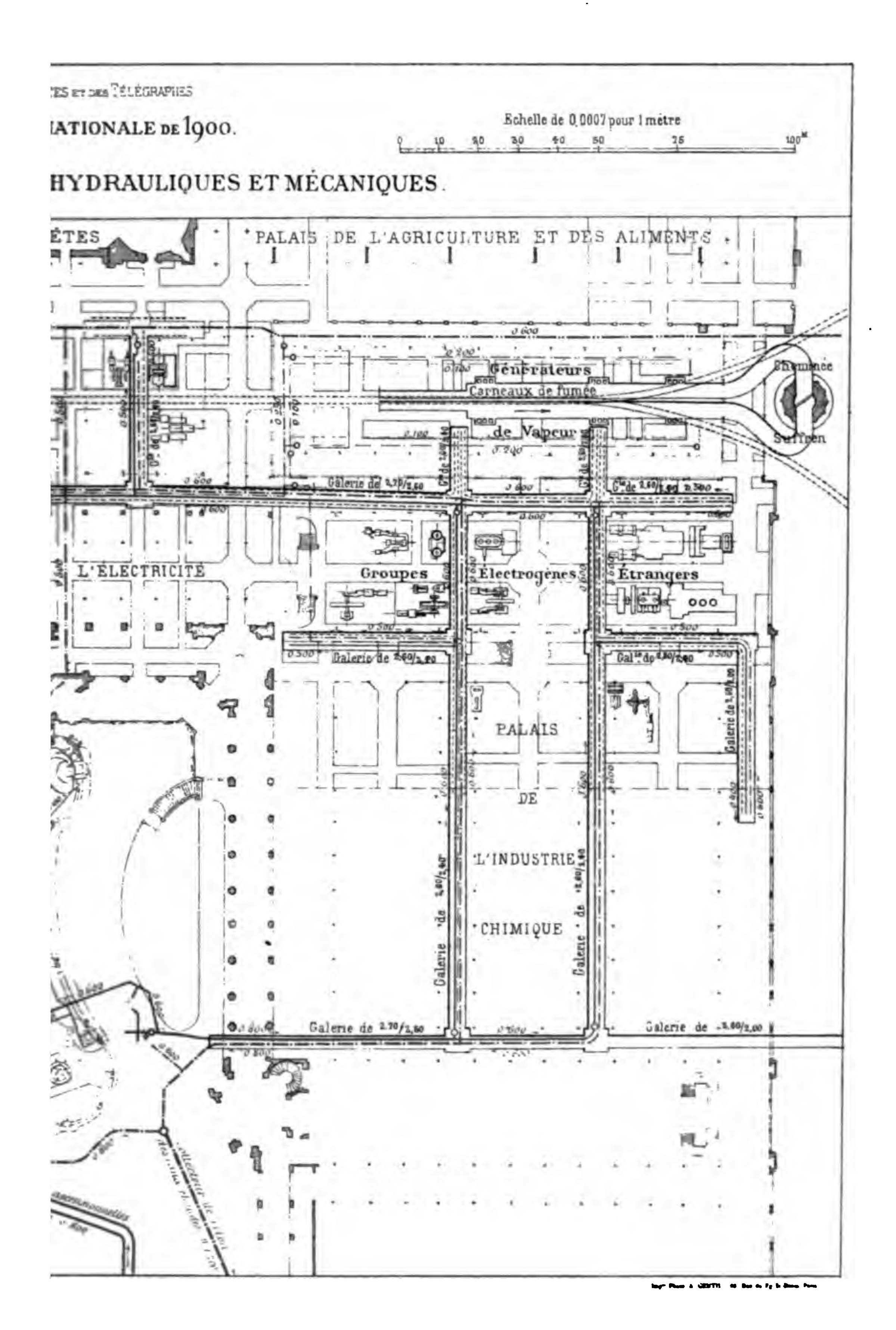
PLAN GÉNÉRAL

DES PRINCIPALES INSTALLATIONS

HYDRAULIQUES ET MÉCANIQUES

ENCEINTE URBAINE


LÉGENDE.
Conduites d'eau de rivière
Conduites d'eau de source
Conduites de retour des eaux de condensation
de vidange des générateurs
Canalisations de vapeur
EXPOSITION UNIV
PLAN DES PRINCIPALES INST
PALAIS DE L'AGRICULTURE ET DES ALIMENTS
Cheminée
La Bourdonnais
Générateurs
Carneaux de fumée
de Vapeur
Groupes
Électrogènes
Français
PALAIS
PALAIS
DE LA
MÉCANIQUE
Galerie de 2,70/2,60
Galerie de 2,60/2,60



ATIONALE DE 1900.
Echelle de 0,0007 pour 1 mètre
HYDRAULIQUES ET MÉCANIQUES.
PALAIS DE L'AGRICULTURE ET DES ALIMENTS
Générateurs
Carneaux de fumée
de Vapeur
Cheminée
Suffren
L'ÉLECTRICITÉ
Groupes
Électrogènes
Étrangers
PALAIS
DE
L'INDUSTRIE
CHIMIQUE



l'état d'avancement des ouvrages d'architecture permît la continuation des travaux.

Aucune rupture ni aucune avarie ne se sont produites sur les conduites ascensionnelles. Elles ont pu fonctionner simultanément pendant toute la durée de l'Exposition.

Chaque soir, après la clôture des portes, les deux robinets-vannes placés au départ de ces conduites, près de l'usine élévatoire, étaient fermés pour empêcher leur vidange partielle, durant la nuit, par les pertes possibles aux clapets des pompes.

Il résulte des observations manométriques que les pertes de charge n'ont guère dépassé la moitié des chiffres obtenus par l'application des formules de Prony. Mais les tuyaux étaient neufs.

Les tuyaux, raccords, robinets-vannes, etc., provenant de la dépose des conduites ascensionnelles, devaient être repris par la ville de Paris, après essais constatant qu'ils étaient en bon état. Il en était de même des conduites de distribution et de retour des eaux chaudes. Le prix de reprise avait été fixé par la convention entre le Commissaire général et le Préfet de la Seine pour la fourniture de l'eau.

4. Galeries souterraines destinées à recevoir les conduites d'alimentation des condenseurs et de retour des eaux chaudes[1]. — Les conduites d'alimentation des condenseurs et de retour des eaux chaudes étaient placées dans des galeries souterraines, également destinées à recevoir des canalisations de vapeur.

Ces galeries formaient un réseau de 1,450 mètres environ ainsi constitué :

1° Deux branches perpendiculaires au grand axe du Champ de Mars, ayant leur origine au droit de la partie inférieure du Château d'eau, traversant les palais côté Suffren et côté La Bourdonnais, et se raccordant aux égouts des avenues voisines ;

2° Dans chacune des lignes de palais, deux branches perpendi-

[1] La construction de ces galeries a été confiée, non au service des installations hydrauliques, mais au service des installations mécaniques (M. Bourdon, ingénieur en chef). Toutefois, leur solidarité avec les canalisations d'eau est telle qu'il m'a paru nécessaire de les intercaler dans ce chapitre.

culaires aux précédentes, se prolongeant jusqu'aux cours des chaudières;

3° Une branche perpendiculaire à l'axe du Champ de Mars, vers la limite du palais de l'Électricité, côté de l'École militaire;

4° D'autres branches de moindre longueur, parallèles ou perpendiculaires à l'axe du Champ de Mars.

Toutes suivaient des chemins de circulation autres que ceux où se trouvaient les voies ferrées de la manutention.

Leur radier était, en moyenne, à 4m 20 au-dessous du sol et présentait, de part et d'autre de l'axe du Champ de Mars, deux pentes générales de 0m 0012 environ par mètre vers les égouts des avenues de Suffren et de La Bourdonnais.

Elles comportaient trois types différents de section, suivant le nombre et le diamètre des canalisations à y loger :

DÉSIGNATION DES TYPES.	OUVERTURE.	HAUTEUR SOUS CLEF.	LONGUEUR.
	mètres.	mètres.	mètres.
Type n° 1	2 60	2 70	516
Type n° 2	2 40	2 60	730
Type n° 3	2 00	2 60	201
TOTAL			1,447

Dans les trois types, les galeries se composaient d'une voûte en plein cintre, de deux pieds-droits légèrement courbes et rentrant vers leur base, enfin d'un radier. La voûte et les pieds-droits avaient une épaisseur de 0m 35 pour le type n° 1, de 0m 30 pour le type n° 2, de 0m 25 pour le type n° 3. Tout le gros œuvre était en meulière, avec mortier de ciment de laitier. Une chape recouvrait l'extrados de la voûte; l'intrados, les faces intérieures des pieds-droits et la face supérieure du radier portaient un enduit fait, comme la chape, en mortier de ciment.

Aux points de croisement avec les voies ferrées, les voûtes et les pieds-droits devaient être renforcés : leur épaisseur fut élevée à 0m 50 sur une longueur de 2m 50. Le nombre de ces points de croisement ne

dépassait pas 21, dont 6 pour les galeries du type n° 1, 10 pour les galeries du type n° 2 et 5 pour les galeries du type n° 3.

Une chambre à section horizontale carrée, de 4m80 de côté, était ménagée à chacune des quatorze intersections de galeries parallèles et de galeries perpendiculaires à l'axe du Champ de Mars, pour permettre la descente des tuyaux lors du montage, puis leur enlèvement lors de la dépose, et pour placer à portée de la main, dans des conditions de visite facile, les vannes, purgeurs et autres appareils accessoires des distributions d'eau et de vapeur. La couverture de ces chambres, formée, pour partie, d'entrevous de briques, et, pour partie, de panneaux en bois, reposait sur une charpente métallique, comprenant: 1° deux longrines en fer double T de 0m26 de hauteur et 0m126 de largeur d'ailes, distantes de 1m21 d'axe en axe, et disposées de part et d'autre de l'un des axes de la chambre; 2° des entretoises en fer double T de 0m16 de hauteur et 0m055 de largeur d'ailes, distantes de 0m80 d'axe en axe et reliant chacune des longrines au mur parallèle le plus voisin. Des entrevous en briques reliaient les entretoises, sauf dans l'un des angles, sur un espace carré de 0m70 de côté, qui correspondait à une échelle de descente et que fermait un panneau mobile. Un autre panneau en madriers s'adaptait entre les longrines et laissait ainsi une ouverture facile à découvrir pour le passage des tuyaux : cette ouverture était dirigée parallèlement ou perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars, selon l'orientation des conduites au montage et au démontage desquelles elle devait servir.

Quatre cheminées d'appel surmontaient les galeries dans les cours des chaudières. Construites en briques creuses avec ossature en cornières, elles avaient 2m80 de côté et 15 mètres de hauteur au-dessus du radier. L'air chaud des galeries et la vapeur d'échappement des purgeurs y déterminaient une aspiration énergique, qui ventilait le réseau et empêchait la chaleur de se dégager dans les palais.

Le raccordement avec les égouts des avenues de Suffren et de La Bourdonnais se faisait en siphon, de manière à éviter l'invasion des galeries par les odeurs de ces égouts. Ces siphons étaient accessibles du dehors, au moyen d'un regard de descente. Une grille en fonte à

barreaux serrés s'opposait au passage des rats : elle était formée de 18 panneaux d'une longueur de $0^{m}66$ et d'une largeur de $0^{m}60$, pesant chacun 80 kilogrammes et reposant sur des solives en double ᴛ d'une hauteur de $0^{m}10$, à larges ailes.

Huit regards de descente avec échelles en fer galvanisé, placés à des extrémités de galeries, et sept bouches d'aération se répartissaient sur divers points du réseau.

De chaque côté des galeries, une série de murettes espacées alternativement de $1^{m}60$, au droit des joints de tuyaux, et de $1^{m}80$, entre ces joints, supportait, soit la conduite d'alimentation des condenseurs, soit la conduite de retour des eaux chaudes, ainsi qu'une conduite de vapeur. Certaines tuyauteries étaient suspendues à la voûte ou accrochées aux murettes par des pattes en fer scellées.

A des intervalles représentant la longueur d'un tuyau, les voûtes des galeries offraient, de part et d'autre de l'axe, des ouvertures d'une longueur de $1^{m}10$ et d'une largeur de $0^{m}60$, pour le passage des branchements particuliers d'eau ou de vapeur. Ces ouvertures étaient fermées par des douelles en sapin créosoté, qui préservaient les galeries de l'invasion des terres lors du remblayage des reins de la voûte; les exposants ayant à s'en servir les dégageaient sans peine.

L'exécution des galeries souterraines a entraîné des mouvements de terre considérables. Pour tirer le meilleur parti possible des excédents de déblais, l'Administration les a employés à la confection des rampes encadrant le Château d'eau, au relèvement des abords du pont Alexandre III sur la rive droite de la Seine et au surhaussement du sol de l'Esplanade des Invalides entre les quinconces, dans la région voisine du quai d'Orsay.

Confiés à M. Versillé, entrepreneur, à la suite d'une adjudication publique, les travaux ont été commencés vers la fin de septembre 1898, poursuivis activement et achevés en six mois malgré les difficultés d'un hiver défavorable. Au mois de mars 1899, le service des installations hydrauliques pouvait prendre possession des galeries pour y installer les conduites d'alimentation des condenseurs.

5. Conduites de distribution. — 1. *Alimentation des condenseurs.* —

Les eaux destinées à l'alimentation des condenseurs devaient normalement être prises dans le bassin inférieur du Château d'eau. Ce bassin avait une surface de 2,370 mètres carrés; la crête de ses déversoirs était à 0m 65 au-dessus de la cote moyenne du radier; déduction faite des tuyaux et massifs établis sur ce radier, la réserve d'eau pouvait être évaluée à 1,390 mètres cubes, volume représentant la consommation pendant 23 minutes 10 secondes au minimum et suffisant pour parer aux besoins, en cas d'arrêts momentanés de l'usine élévatoire.

Au fond du bassin avaient été ménagés deux puits à orifice largement évasé, défendus par des grilles en fer et des grillages mécaniques. Ces puits étaient placés symétriquement par rapport à l'axe du Champ de Mars, l'un sur la droite, l'autre sur la gauche. Chacun d'eux se raccordait avec une galerie horizontale de 1 mètre de diamètre en ciment armé, dirigée perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars vers l'extérieur du bassin et formant l'amorce du réseau de distribution.

L'une et l'autre de ces galeries se prolongeaient par une conduite en fonte de 0m 80 de diamètre, munie, près de son origine, d'un robinet-vanne. Un peu en avant de ce robinet (côté du bassin) se détachait un branchement de 0m 30, également pourvu d'un robinet-vanne et servant à la vidange du bassin inférieur. Les eaux de vidange s'écoulaient dans une chambre, qui desservait, en même temps, l'un des deux déversoirs de trop-plein et qui était reliée par des tuyaux de 0m 60 à la conduite de retour des eaux chaudes.

Placée en terre, à la traversée de la rampe d'accès contiguë au Château d'eau, chacune des conduites de distribution de 0m 80 entrait ensuite dans une galerie maçonnée construite par le service des installations mécaniques pour recevoir à la fois les tuyaux de distribution et ceux d'évacuation des eaux chaudes. Elle poursuivait ainsi son chemin perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars, pénétrait dans les palais, puis se divisait en deux conduites de 0m 60 retournées à angle droit et suivant des chemins de circulation. Les quatre conduites de 0m 60 ainsi disposées, par groupes de deux, dans les palais de droite et de gauche du Champ de Mars, aboutissaient à une conduite de même diamètre, qui courait perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars entre

les groupes électrogènes et les batteries de chaudières et qui fermait le circuit. Des branchements de $0^m 50$ et $0^m 40$ se détachaient du réseau principal; deux de ces branchements, parallèles à l'axe du Champ de Mars, étaient rattachés à la conduite d'eau de Villejuif, de $0^m 60$ de diamètre, longeant les batteries de générateurs du côté de l'École militaire, et munie, à cet effet, de tubulures de $0^m 50$: la jonction s'opérait par des tuyaux de $0^m 30$. De même que les conduites de $0^m 80$, celles de $0^m 60$, $0^m 50$ et $0^m 40$ se développaient dans des galeries voûtées abritant aussi les conduites de retour des eaux chaudes.

Les tuyaux avaient $4^m 10$ de longueur. Ils étaient réunis par des manchons avec tubulures de prise de $0^m 20$ ou $0^m 25$. Des brides ou plaques pleines fermaient celles de ces tubulures que n'utilisaient ni les exposants ni les concessionnaires. Ainsi les usagers avaient toujours des prises à leur disposition; on évitait de percer des trous dans les tuyaux et de les détériorer.

Des robinets-vannes de $0^m 60$, au nombre de neuf, avaient été placés sur les conduites de même diamètre, savoir : 1° huit sur les conduites parallèles à l'axe du Champ de Mars, près de leurs extrémités; 2° un au milieu de la conduite longeant les groupes électrogènes. En cas de rupture, ils permettaient d'isoler le tronçon atteint par l'accident.

A chaque changement de direction, au départ de chaque branchement, à l'extrémité de chaque conduite, des butées suffisamment résistantes en maçonnerie empêchaient les mouvements.

La canalisation de distribution présentait, comme les galeries qui la renfermaient, une inclinaison ascendante de $0^m 0012$ environ par mètre du Château d'eau vers le milieu de la conduite longeant les groupes électrogènes ou vers l'extrémité des branchements. Par suite, le point culminant était dans l'axe du Champ de Mars. Cette inclinaison résultait de la juxtaposition des conduites de retour d'eau chaude dans les mêmes galeries et de la nécessité d'avoir pour ces galeries une pente vers le fleuve.

Dans l'ensemble, les conduites de distribution comptaient une longueur de 1,300 mètres environ.

Ainsi que je l'ai déjà indiqué, le réseau de distribution était raccordé

par des jonctions de $0^m 30$, avec robinets-vannes, à la conduite de $0^m 60$ des eaux de Villejuif. Ces jonctions de secours permettaient, le cas échéant, d'alimenter les condenseurs sans recourir à l'usine élévatoire ou de compléter le débit de l'usine, s'il devenait insuffisant. Elles ne fournissaient toutefois qu'une ressource essentiellement limitée et temporaire : les nécessités de la consommation parisienne et les termes mêmes de la convention du 10 août 1898 avec la ville empêchaient d'en user largement.

Les prises de secours sur la conduite de Villejuif n'en ont pas moins rendu des services permanents. En effet, l'Administration, ne pouvant exercer une surveillance continuelle sur les déversoirs du bassin inférieur, ni sur le manomètre de l'usine, avait soin de faire entr'ouvrir légèrement (1 tour 1/2 au plus) les robinets-vannes de $0^m 30$, afin de parer à l'éventualité d'un manque d'eau dans les conduites de distribution.

Il fallait prévoir la mise à sec du bassin inférieur pour des réparations et plus généralement les interruptions dans le fonctionnement du Château d'eau. Le mode normal d'alimentation devenait alors impraticable.

C'est ce qui s'est produit notamment au début de l'exploitation. Les dispositifs d'éclairage électrique des vasques exigeaient encore quelques travaux.

Aussi l'Administration avait-elle établi une prise d'eau directe sur chacune des conduites ascensionnelles sous le bassin inférieur. Ces prises d'eau étaient assurées par des conduites de $0^m 60$, munies en tête d'un robinet-vanne, passant en galerie au-dessous du bassin, franchissant en tranchée les rampes latérales au Château d'eau et rejoignant les conduites de distribution de $0^m 80$, immédiatement à l'aval du robinet-vanne de même diamètre placé près de l'origine de ces dernières conduites. Vers le milieu de la longueur de chaque jonction de $0^m 60$, se détachait un petit branchement qui aboutissait à un déversoir ; le niveau de ce déversoir était le même que celui des déversoirs de trop-plein du bassin (35.70) et les eaux débitées par l'ouvrage allaient, comme celles des trop-pleins, à la canalisation de retour des eaux chaudes.

Pour alimenter directement le réseau de distribution, il suffisait de fermer le robinet-vanne de 0^{m} 80 et d'ouvrir celui de 0^{m} 60. L'eau refoulée par les pompes Worthington ne devant plus arriver à la vasque (47.50), avis en était donné à l'usine, dont les mécaniciens réduisaient la pression au manomètre de telle sorte qu'elle correspondît à l'altitude de 40 mètres environ. Tout le surcroît d'eau refoulée et non employée s'écoulait par les déversoirs adaptés aux jonctions d'alimentation directe. Si les pompes ne donnaient qu'un volume insuffisant, le niveau baissait à ces déversoirs et les mécaniciens recevaient l'ordre d'accélérer la vitesse.

Les conduites de distribution n'ont cessé de fonctionner d'une manière satisfaisante. Aucun accident n'étant survenu au Château d'eau, leur alimentation par le bassin inférieur a toujours été bien assurée.

D'après les calculs, la perte de charge dans ces conduites ne devait pas dépasser 1^{m} 256. En supposant l'eau dans le bassin à 0^{m} 10 au-dessous de la crête des déversoirs, soit à la cote (35.60), le niveau piézométrique au point culminant atteignait (34.344); comme, d'autre part, le sommet de la conduite de 0^{m} 60 était à (32.70), cette conduite restait certainement pleine.

Les observations faites au moyen de tubes de niveau débouchant à l'air libre ont d'ailleurs démontré que les pertes de charge effectives étaient sensiblement inférieures aux pertes théoriques. Pareille constatation a déjà été relatée à propos des conduites ascensionnelles.

Généralement, l'eau n'arrivait pas en charge aux condenseurs : cette condition est, du reste, préférée par les constructeurs, afin que, si la vanne de prise d'eau n'est pas absolument étanche, les cylindres des machines ne risquent point de se remplir d'eau pendant les arrêts.

2. *Alimentation des générateurs.* — Primitivement, l'alimentation des générateurs, à laquelle il y a lieu de joindre celle des machines motrices diverses exposées dans la classe 20 (palais de la Mécanique), des machines à glace exposées dans la classe 55 (palais de l'Agriculture et des Aliments), d'une machine à papier exposée dans la classe 88

(palais de l'Industrie chimique), etc., devait être assurée au moyen de l'eau de Seine refoulée par l'usine élévatoire. Dans ce but, une prise d'eau avait été ménagée sur la canalisation de refoulement, près de l'extrémité du bassin inférieur du Château d'eau, côté de l'École militaire.

La prise d'eau, munie d'un robinet-vanne, servait d'origine à une conduite de 0^{m} 35 suivant l'axe du Champ de Mars et débouchant, en arrière du palais de l'Electricité, dans une conduite perpendiculaire de 0^{m} 25. Cette dernière conduite se retournait à angle droit, aux abords de chacun des groupes de générateurs La Bourdonnais et Suffren, et se reliait par deux branchements de 0^{m} 20 avec robinets à la conduite d'eau de Villejuif de 0^{m} 60. Sur la conduite de 0^{m} 25 se greffaient les émissaires de 0^{m} 20, 0^{m} 15 et 0^{m} 10, desservant les chaudières et les machines ci-dessus mentionnées.

En fait, la prise d'eau sur les conduites ascensionnelles a été généralement inutilisée; son rôle s'est réduit à celui de rechange. Ce sont les prises de secours de 0^{m} 20 sur la conduite des eaux de Villejuif qui ont presque exclusivement pourvu au service : il fallait nécessairement y recourir le matin pour commencer l'alimentation avant la mise en marche de l'usine élévatoire et, comme la pression[1], très supérieure à celle des eaux fournies par les conduites ascensionnelles, offrait de réels avantages, l'Administration continuait à en user même après l'entrée en fonctionnement de l'usine. Le prélèvement ainsi opéré ne dépassait, d'ailleurs, pas 80 litres par seconde : 42 litres pour les générateurs des groupes électrogènes; 0^{l} 75 pour le lavage et l'extinction des escarbilles; 25 à 26 litres pour les moteurs divers, les machines à glace, etc.; 12 à 13 litres pour la machine à papier.

Les conduites d'alimentation, simplement posées en tranchée, étaient formées, en partie, de tuyaux à emboîtement et cordon, et, en partie, de tuyaux avec joints à bague. Ces tuyaux avaient une longueur utile de 3 mètres. Des manchons à tubulure de 0^{m} 06 s'échelonnaient de 6 mètres en 6 mètres, partout où des prises pouvaient être opérées par les exposants; les tubulures sans utilisation étaient fermées par des

(1) La charge disponible était, en moyenne, de 42 mètres.

plaques pleines. Quelques robinets-vannes divisaient le réseau en tronçons susceptibles d'être isolés.

Dans l'étendue du groupe de générateurs voisin de l'avenue de La Bourdonnais, les conduites se sont bien comportées; la seule avarie grave a été une rupture de tuyau survenue le 25 juin, à 9 heures du matin, et ayant eu pour conséquence d'immobiliser les machines correspondantes pendant une partie de la journée. Mais, du côté de l'avenue de Suffren, les conduites ont beaucoup souffert des chocs dus à la marche irrégulière de pompes étrangères qui s'y alimentaient.

6. Conduites et collecteur de retour des eaux chaudes. — 1. *Conduites de retour des eaux de condensation.* — Les conduites de retour des eaux chaudes étaient en quelque sorte les sœurs jumelles des conduites de distribution et les suivaient pas à pas dans les galeries voûtées; elles avaient le même diamètre. Des murettes supportaient ces deux files de tuyaux, l'une à droite, l'autre à gauche de l'axe des galeries; l'espacement des deux conduites était de $1^m 30$ d'axe en axe, pour les diamètres de $0^m 80$ et $0^m 60$, et de 1 mètre, pour les diamètres de $0^m 50$ et $0^m 40$; l'arête inférieure des tuyaux se trouvait en moyenne à $0^m 80$ au-dessus du radier.

A leur sortie des galeries, les conduites de retour de $0^m 80$, posées en tranchée, se dirigeaient, en contournant le bassin inférieur, vers un puits en maçonnerie de $1^m 50$ de diamètre, établi au pied du Château d'eau, côté Suffren, et constituant l'origine du collecteur. Chemin faisant, elles recevaient le trop-plein du bassin inférieur et, le cas échéant, celui des branchements d'alimentation directe.

Le développement total de la canalisation était de 1,400 mètres environ et sa pente, de $0^m 0012$ par mètre, ce qui correspondait à une différence de niveau de $0^m 69$ entre le point culminant, dans l'axe du Champ de Mars, en arrière du palais de l'Électricité, et le point d'arrivée au puits.

Dans les galeries, les conduites se composaient de tuyaux d'une longueur de $4^m 10$, réunis par des manchons à tubulures de $0^m 20$ et $0^m 25$. Presque toutes les tubulures non utilisées par les exposants étaient fermées au moyen de plaques pleines. Les autres, en très petit

nombre, situées en des points où le niveau piézométrique n'atteignait pas le sommet de la tubulure, restaient ouvertes de manière à évacuer dans les galeries l'excès éventuel de débit des conduites.

En dehors des galeries, la canalisation était formée de tuyaux à emboîtement et cordon avec joints au plomb, d'une longueur utile de 4 mètres.

Certains exposants avaient disposé la tuyauterie de leurs machines motrices de telle sorte que les purges s'écoulassent dans leur branchement particulier d'eau chaude de condensation et, par suite, dans la conduite de retour des eaux chaudes. De là production possible, à l'intérieur de cette conduite, d'une certaine quantité de vapeur sans issue d'échappement aux siphons de passage de la canalisation d'eau chaude sous la canalisation d'eau froide. Pour y remédier, l'Administration plaça à l'avant des siphons des tuyaux d'évent en plomb de 100 millimètres de diamètre, dirigés verticalement jusqu'au-dessus de la toiture des édifices. L'expérience démontra que les évents n'émettaient jamais de vapeur et que leur température ne s'élevait pas sensiblement : la condensation s'opérait donc au-dessous du sol.

Des conduites d'injection en plomb, de 100 millimètres également, permettaient, lors du réchauffage des cylindres avant la mise en marche des machines motrices, d'envoyer, par la manœuvre d'un simple robinet, de l'eau froide dans la conduite de retour des eaux chaudes, aux points où l'évacuation de vapeur eût été susceptible d'échauffer outre mesure cette conduite. Les dangers de rupture étaient ainsi évités. Chacune des conduites d'injection présentait une capacité de débit de 47 litres par seconde. Malheureusement, il a été impossible de procéder régulièrement aux envois d'eau froide, à défaut d'indications précises sur le moment exact de la mise en marche des divers moteurs.

Deux déversoirs de trop-plein avaient été adaptés aux conduites de retour, afin de prévenir leur engorgement dans le cas d'une obstruction temporaire du collecteur. Ces ouvrages étaient constitués par des branchements de 0^m30, qui aboutissaient verticalement à un réservoir maçonné et muni de planches coulissantes : en manœuvrant les planches, on réglait à volonté le niveau de déversement. Les eaux devaient s'écouler

par les égouts La Bourdonnais et Suffren. C'est seulement dans de très rares circonstances que le déversement s'est produit, et le débit a toujours été très faible.

Par surcroît de précaution, deux autres déversoirs de secours, placés dans les chambres des prises de 0m 30 sur la conduite de Villejuif, devaient envoyer le trop-plein à l'égout renfermant cette dernière conduite. Ils consistaient en des branchements de 0m 25, dont l'extrémité supérieure aboutissait verticalement à un réservoir en ciment armé, mis en communication par le fond avec l'égout au moyen d'un tuyau vertical de 0m 25. Jamais les déversoirs de secours n'ont servi; l'eau restait à 0m 25 au moins en contre-bas de leur crête.

Les conduites de retour des eaux chaudes ont bien fonctionné. Néanmoins, il y a eu quelques ruptures de tuyaux, imputables sans doute à l'élévation de la température, élévation beaucoup plus sensible à la partie supérieure des tuyaux qu'à leur partie inférieure. Trois tuyaux de 0m 40 et un de 0m 50 se sont ainsi fendus dans le sens de leur longueur; l'Administration a pu se borner à une consolidation par des colliers en fer avec boulons de serrage. Les constatations faites aux tubulures non utilisées ont établi que l'eau ne coulait pas constamment à plein tuyau et que son niveau descendait souvent à 0m 10 en contre-bas de la génératrice supérieure.

2. *Conduites de vidange des générateurs.* — Des conduites en fonte de 0m 10, placées latéralement aux conduites d'alimentation des générateurs et ayant la même structure, recueillaient les eaux de vidange et les menaient aux conduites de retour des eaux chaudes. Elles présentaient une pente assez sensible.

Établies pour fonctionner sous très faible pression, ces conduites ont servi, non seulement à des opérations de vidange sous pression notable, mais encore à des extractions en pleine charge. Indépendamment des effets d'une pression atteignant parfois 9 kilogrammes, elles subissaient ceux d'un échauffement considérable; le plomb de leurs joints se trouvait projeté au dehors; les branchements d'alimentation donnaient également lieu à des fuites fréquentes, par suite de la brûlure des cuirs interposés entre leurs brides. Des colliers en fer

avec boulons de serrage ont dû être adaptés à la plupart des joints de la canalisation de vidange.

L'augmentation de température dans les conduites de retour des eaux chaudes, aux points de déversement des eaux de vidange, a atteint de telles proportions que, pour éviter la rupture de ces conduites, il a fallu prendre le parti d'envoyer les eaux de vidange sur le radier des galeries souterraines. A cet effet, l'Administration a fait poser, pour chacun des groupes de générateurs La Bourdonnais et Suffren, quatre branchements de 0ᵐ 15 partant des conduites de vidange et aboutissant aux chambres terminales des galeries souterraines.

3. *Collecteur de retour des eaux chaudes.* — Le collecteur de retour des eaux chaudes longeait le palais du Génie civil et le palais de l'Enseignement, passait entre ce dernier palais et celui de l'Optique, suivait l'avenue de Suffren, franchissait par-dessous le quai d'Orsay et le chemin de fer des Invalides aux Moulineaux, contournait l'usine élévatoire et débouchait en Seine à 35 mètres environ en aval de la prise d'eau des pompes Worthington.

Il était construit en maçonnerie de meulière au mortier de ciment, avec enduit intérieur de 0ᵐ 01 d'épaisseur soigneusement lissé. Sa section affectait, sur presque toute la longueur, une forme rigoureusement circulaire, et présentait un diamètre libre de 1ᵐ 20. Son développement atteignait 900 mètres, entre le puits de départ et le débouché en Seine. La pente variait généralement de 0ᵐ 0025 à 0ᵐ 003 par mètre; elle s'élevait à 0ᵐ 00425 sous le chemin de fer et à 0ᵐ 0175 sous le bas-port de la Cunette.

Le débit maximum de l'ouvrage ne dépassait pas 1,400 litres par seconde, y compris les eaux fournies par la ville pour les effets à haute pression du Château d'eau.

Sur son parcours, le collecteur rencontrait cinq égouts : l'égout Rapp, un égout du Champ de Mars près de l'angle du palais de l'Enseignement, deux égouts dans l'avenue de Suffren, l'égout du quai d'Orsay contenant la conduite de 0ᵐ 80 des eaux de Villejuif. A la rencontre de l'égout Rapp, l'anneau en maçonnerie du collecteur

a été remplacé par deux tuyaux en fonte accolés, de 1 mètre de diamètre, dont la génératrice supérieure prolongeait celle de l'anneau et qui laissaient au-dessus de la banquette de l'égout une hauteur suffisante pour le service; des raccords maçonnés, largement arrondis, reliaient les tuyaux au collecteur. Pour l'égout traversé près de l'angle du palais de l'Enseignement, l'Administration a eu recours à un tuyau en fonte de 1^{m}10 de diamètre. Elle a pu se borner à entamer la voûte des deux égouts de l'avenue de Suffren. En ce qui concerne l'égout du quai d'Orsay, elle a employé un tuyau en fonte de 1^{m}10.

A la traversée du chemin de fer des Invalides aux Moulineaux, c'est-à-dire sur une longueur de 40 mètres environ, le diamètre de l'anneau en maçonnerie a été réduit à 1^{m}10; c'est la compagnie de l'Ouest qui a exécuté le travail.

Près de la Seine, le collecteur aboutissait à une chambre rectangulaire, ménagée dans le mur de quai lors de sa construction. Cette chambre communiquait avec le fleuve par un orifice circulaire de 1^{m}10.

Le collecteur a été exécuté par M. Versillé, entrepreneur. Commencé à la fin de février 1899, il était fini le 31 mars 1900.

D'après les observations faites en cours d'exploitation, jamais l'eau n'a atteint le sommet de l'intrados, sur aucun point du tracé. Ces observations ont pleinement confirmé les calculs.

7. Règlement sur l'installation et le fonctionnement des appareils hydrauliques. — Le Commissaire général avait édicté, le 20 novembre 1899, sur la proposition du directeur général de l'exploitation, un règlement spécial relatif à l'installation et au fonctionnement des appareils mécaniques, électriques et hydrauliques.

Ce règlement, dont le texte est inséré *in extenso* aux annexes (pièce n° 32), ne comporte pas d'analyse. Quelques-unes de ses dispositions étaient consacrées au fonctionnement de l'usine élévatoire, à la distribution d'eau froide et au retour des eaux chaudes

8. Dépenses. — Les dépenses se résument comme il suit :

Usine élévatoire	Subvention fixe......	120,000f	127,000f 00c
	Indemnité pour prolongation du service...	7,000f	
Prise d'eau en Seine..........................			2,634 27
Conduites ascensionnelles.....................			177,083 05
Galeries souterraines.........................			363,498 71
Conduites de distribution.....................			167,440 01
Conduites de retour des eaux chaudes..........			140,790 31
Collecteur de retour des eaux chaudes.........			41,365 86
Dépenses diverses.............................			9,710 34
	TOTAL............		1,029,522 55

CHAPITRE III.

INSTALLATIONS MÉCANIQUES[1].

1. Générateurs de vapeur. Abris pour ces générateurs. — 1. *Générateurs de vapeur.* — Dès le début, l'Administration, supputant les besoins auxquels elle aurait à faire face pour la distribution de la force motrice et pour l'éclairage, avait jugé nécessaire la constitution d'une vaste usine pouvant fournir sur les pistons des moteurs une puissance totale de 20,000 chevaux. Il fallait donc, en admettant une consommation moyenne de 10 kilogrammes par cheval et par heure, un ensemble de chaudières dont la capacité horaire de vaporisation atteignît 200,000 kilogrammes. Ce chiffre devait même subir une certaine majoration, de manière à assurer les rechanges indispensables pendant les réparations et les nettoyages.

Outre la force motrice, l'Administration était tenue de livrer de la vapeur à de nombreux exposants. Mais cette obligation ne conduisait pas à accroître encore la puissance maximum de vaporisation, car la dépense correspondante se produisait à des heures où les autres services laissaient des disponibilités.

Avant tout, le Commissariat général dut arrêter, d'accord avec le comité technique des machines, les conditions générales auxquelles seraient soumises l'installation et l'exploitation des chaudières à vapeur. Le texte de ces conditions est inséré aux annexes (pièce n° 33). En voici les clauses principales.

L'article premier instituait deux usines génératrices, dites usine La Bourdonnais et usine Suffren, à installer dans deux cours d'une longueur de $117^{m}40$ et d'une largeur de 40 mètres, entre le palais

[1] Comme je l'ai précédemment indiqué, les installations mécaniques relevaient de M. DELAUNAY-BELLEVILLE, directeur général de l'exploitation. Elles étaient confiées à M. Ch. Bourdon, ingénieur en chef, qu'assistaient quatre ingénieurs, MM. Eude, Boutté, Geyer et Chertemps.

de l'Électricité, le palais de l'Agriculture et des Aliments, et les passages longeant les avenues de La Bourdonnais et de Suffren. Il attribuait à la première usine un caractère exclusivement français et à la seconde un caractère international : cette dernière usine était ouverte à la fois aux chaudières de provenance française et aux chaudières de provenance étrangère.

Aux termes de l'article 2, les appareils installés bénéficiaient de l'inscription au catalogue comme objets exposés et concouraient pour les récompenses. Dès lors, leur fourniture devait être gratuite; seules, leur installation et leur exploitation donnaient lieu à des rémunérations qui seront définies plus loin.

Conformément à l'article 3, les fournisseurs installaient leurs appareils suivant des plans acceptés par le directeur général de l'exploitation sur l'avis du comité technique des machines et annexés aux marchés. L'Administration leur livrait l'emplacement, leur donnait l'eau d'alimentation, établissait les carneaux généraux de fumée, les cheminées, les conduites générales d'adduction de l'eau, les tuyautages généraux de vapeur, les collecteurs de vidange, des condenseurs pour recevoir les vapeurs ayant travaillé dans les appareils auxiliaires des chaudières[1], une conduite générale d'échappement à ces condenseurs. De leur côté, les fournisseurs faisaient eux-mêmes les fondations des chaudières, les massifs des appareils accessoires, les jonctions avec les carneaux généraux et avec les canalisations principales; ils restaient propriétaires des matériaux.

En exécution de l'article 4, les appareils à vapeur devaient remplir toutes les conditions imposées par les lois et règlements en vigueur, sauf les dérogations autorisées par le Ministre des travaux publics, notamment pour les appareils de construction étrangère[2]. L'Administration de l'Exposition se réservait, d'ailleurs, de prescrire les mesures complémentaires que lui semblerait exiger le fonctionnement des chaudières à proximité de la foule des visiteurs. Il était stipulé que les organes seraient établis et essayés en vue d'une marche

[1] En fait, ces condenseurs n'ont pas été établis.

[2] Des dérogations ont été sollicitées et obtenues pour des chaudières allemandes, ainsi que pour une chaudière des États-Unis installée à l'annexe du bois de Vincennes.

normale à la pression de 11 kilogrammes effectifs par centimètre carré. L'article 4 énumérait un certain nombre de règles intéressant la sécurité et la salubrité : adoption de dispositifs permettant d'isoler les chaudières des carneaux de fumée et des canalisations d'eau ou de vapeur; emploi d'appareils d'alimentation donnant les garanties voulues de bon service et entretien de ces appareils en parfait état; aménagement des foyers de façon à éviter les fumées opaques.

Des prescriptions détaillées étaient inscrites à l'article 5 au sujet des appareils et des dispositions propres à assurer le jaugeage de l'eau d'alimentation, celui de l'eau entraînée, la mesure de la vapeur produite, l'évaluation de la température des fumées au sortir des chaudières et l'analyse des gaz de la combustion.

La durée de la fourniture concordait nécessairement avec celle de l'Exposition : 205 jours, du 15 avril au 5 novembre. Mais l'article 6 donnait à l'Administration le droit de la prolonger ou de la réduire jusqu'à concurrence de 30 jours, sans que la rémunération allouée au titre des frais d'installation fût modifiée.

En vertu de l'article 7, les fournisseurs étaient tenus de commencer les travaux de maçonnerie le 15 octobre 1899 au plus tard et de justifier, à la même date, pour la construction des générateurs dans leurs ateliers, d'un état d'avancement qui garantît l'accomplissement de leurs obligations en temps utile; sinon, ils encouraient la résiliation sans indemnité. Les foyers devaient être allumés et les appareils essayés au 1er mars 1900.

Le directeur général de l'exploitation fixait, d'après les besoins du service, la durée du travail journalier et la répartition des heures de travail dans le cours de chaque journée. Il établissait, entre les chaudières, un roulement de travail permettant d'obtenir une répartition aussi équitable que possible des périodes de marche ou de repos, de manière à faciliter les opérations courantes de visite, nettoyage et entretien des appareils, sans nuire à la régularité du service général. Les fournisseurs avaient le devoir de mettre constamment à la disposition de l'Administration la quantité horaire de vapeur qu'ils s'étaient engagés à produire. (Art. 8.)

Par application de l'article 9, le Commissariat général livrait un

hangar pour abriter les chaudières et leurs chambres de chauffe. Il allouait, en outre, aux constructeurs : 1° une somme représentant la part contributive forfaitaire de l'Administration aux frais d'installation des générateurs et fixée à 1,500 francs par 1,000 kilogrammes de capacité vaporisatrice à l'heure, cette capacité devant être déterminée par le comité technique des machines dans la limite de 600 kilogrammes par mètre carré de grille et inscrite au marché particulier de chaque fournisseur; 2° une somme représentant la part contributive de l'Administration aux frais d'exploitation et fixée à 4 fr. 45 par 1,000 kilogrammes de vapeur effectivement produite en marche utile. Ces rétributions avaient été calculées d'après le précédent de 1889, mais en tenant compte de ce que les fournisseurs ne supportaient pas, comme pour la dernière exposition, les dépenses des hangars, des carneaux de fumée, des cheminées et des canalisations de vapeur. Les constructeurs gardaient à leur charge tous les frais d'exploitation (combustible, personnel, etc.) et l'Administration n'assumait à cet égard aucune responsabilité. Dans l'enceinte de l'Exposition, le combustible, les cendres et les escarbilles ne pouvaient être convoyés ni emmagasinés autrement qu'en sacs.

L'article 10 déterminait les époques des payements, qui avaient lieu le 10 juillet 1900, le 10 septembre et un mois après la fermeture de l'Exposition.

Des pénalités pour retard dans l'installation ou interruption de service étaient stipulées aux articles 11, 12 et 13. En cas de non-achèvement de l'installation au 1er mars 1900, les fournisseurs subissaient sur les sommes qui leur seraient dues ultérieurement une retenue calculée : 1° pour la rémunération au titre des frais d'installation, en multipliant le chiffre total de cette rémunération par le rapport entre le nombre des jours de retard et la durée de l'Exposition; 2° pour la rémunération au titre des frais d'exploitation, en déduisant par chaque jour de retard l'allocation correspondant à sept heures de travail. Faute par les appareils d'être prêts à fournir un service régulier le 15 mai 1900, l'Administration avait la faculté de résiliation, sans que les constructeurs fussent tenus à des dommages-intérêts, mais aussi sans qu'ils pussent réclamer aucune indemnité

ni aucun payement, même à titre de rémunération des frais d'installation. Dans le cas d'interruption, en dehors des heures de repos arrêtées par le directeur général de l'exploitation, la retenue, pour le jour de l'interruption, était égale à l'allocation d'une journée de sept heures; si l'interruption dépassait dix jours, l'Administration prélevait sur la rémunération au titre des frais d'installation une seconde retenue calculée en multipliant cette rémunération par le rapport entre le nombre des jours d'interruption et la durée de l'Exposition.

Aux articles 14, 16, 17 et 18 avaient pris place des règles concernant l'établissement des comptes, la bonne tenue du personnel, la responsabilité des fournisseurs et le service médical.

L'article 15 obligeait les constructeurs à observer, non seulement les lois et règlements sur les appareils à vapeur, mais aussi les règlements imposés aux exposants et toutes les prescriptions spéciales de la direction générale de l'exploitation, notamment pour les heures d'entrée et de sortie des voitures et wagons employés à l'approvisionnement du combustible et à l'enlèvement des cendres.

Enfin, l'article 16 subordonnait les actions contentieuses susceptibles de naître entre l'Administration et les fournisseurs à l'examen préalable de trois personnes prises dans le comité technique des machines et choisies, l'une par le Commissaire général, la seconde par le fournisseur, la troisième par les deux premières.

Indépendamment des conditions ci-dessus analysées, le comité technique des machines avait conseillé quelques prescriptions complémentaires, qui furent, pour la plupart, insérées au règlement sur l'installation et le fonctionnement des appareils mécaniques, électriques et hydrauliques, édicté le 20 novembre 1899 par le Commissaire général. Ces prescriptions étaient les suivantes :

1° Pour les chaudières multitubulaires, disposer les portes des foyers et des cendriers de telle sorte qu'elles se ferment automatiquement en cas de rupture d'un tube; ménager des trappes d'expansion de vapeur à la partie supérieure des fourneaux;

2° Munir d'une fermeture solide et de barres de sûreté les portes des boîtes à fumée;

3° Pour les chaudières n'appartenant pas aux types multitubulaires, loqueter solidement les portes des foyers;

4° Adapter aux prises de vapeur un clapet automatique d'arrêt pouvant assurer la fermeture, tant dans le sens de l'écoulement de la vapeur que dans le sens inverse;

5° Ne jamais serrer les joints à chaud;

6° Entourer de pare-éclats les tubes de verre de tous les indicateurs de niveau d'eau;

7° Placer la vanne d'arrêt de chaque chaudière aussi haut que possible sur le tuyau la reliant à la canalisation principale, pour que les condensations retombent dans la chaudière ou s'écoulent dans le collecteur et ne s'accumulent pas près de la vanne; dans le cas où cette disposition ne serait pas applicable, installer à chacun des points bas de raccordement un purgeur automatique, susceptible de fonctionner pendant la marche comme pendant l'arrêt.

De plus, le comité avait expressément limité l'admission : 1° aux constructeurs dont les usines auraient plusieurs années d'existence et dont la bonne fabrication pourrait être constatée sur des installations en service depuis un certain temps; 2° à des systèmes de générateurs ayant reçu des applications assez importantes pour que la sécurité de leur construction et de leur fonctionnement pût être pratiquement reconnue.

Eu égard à la précision et au développement du cahier des conditions générales d'installation et d'exploitation, le modèle des marchés particuliers était d'une extrême simplicité. (Pièce annexe n° 34.)

Le fournisseur s'engageait à construire dans ses ateliers, à livrer, à monter et à faire fonctionner pendant toute la durée de l'Exposition un groupe de chaudières d'une puissance définie en kilogrammes de vapeur sèche à l'heure.

Il se soumettait aux conditions générales.

La construction et l'installation des générateurs ainsi que des appareils auxiliaires devaient être conformes aux plans approuvés, et respecter les dispositions et proportions caractéristiques spécifiées au devis descriptif.

Il était formellement stipulé que la capacité de vaporisation normale admise par l'Administration, conformément à l'avis du comité technique des machines, servirait seule de base au calcul de la rémunération pour frais d'installation et que la rétribution pour frais d'exploitation serait évaluée d'après la quantité de vapeur effectivement produite.

Afin de provoquer des offres, l'Administration a communiqué, dès le mois de septembre 1898, le texte des conditions générales et le modèle de marché particulier : 1° aux constructeurs français, soit directement, soit par l'intermédiaire des chambres de commerce, des chambres syndicales, etc. ; 2° aux constructeurs étrangers, par l'intermédiaire de leurs commissaires généraux.

Quatre-vingt-douze chaudières ont été admises. Elles constituaient quinze groupes. Le tableau suivant donne la nomenclature de ces groupes par ordre de puissance vaporisatrice totale :

FOURNISSEURS.	PAYS.	NOMBRES de GÉNÉRATEURS.		EMPLACEMENT.	PUISSANCE HORAIRE DE VAPORISATION admise par le comité des machines.	
		Nombres partiels.	Nombres par groupes.		Puissances partielles.	Puissances par groupes.
					kilogr.	kilogr.
Compagnie française Babcock et Wilcox.	France. ...	10 4	14	Usine La Bourdonnais. Usine Suffren.......	20,000 15,000	35,000
De Naeyer et Cie.	France. ... et Belgique...	6 4	10	Usine La Bourdonnais. Usine Suffren.......	21,000 14,000	35,000
J. et A. Niclausse....................	France. ...	12 9	21	Usine La Bourdonnais. Usine Suffren.......	20,000 15,000	35,000
Société anonyme des générateurs Mathot.	France. ...	4 3	7	Usine La Bourdonnais. Usine Suffren.......	16,500 12,000	28,500
Roser..............................	France. ...	"	6	Usine La Bourdonnais.	"	20,000
Steinmüller.........................	Allemagne .	"	5	Usine Suffren.......	"	17,500
Galloways limited..................	Grande-Bretagne.	"	6	Usine Suffren.......	"	15,000
Compagnie d'électricité Helios. Constructeur : Petry-Dereux... Constructeurs : Simonis et Lanz. Constructeur : Berninghaus... Constructeurs : Petzold et Cie. Constructeur : Société Paucksch.	Allemagne.	1 1 1 1 2	6	Usine Suffren.......	3,700 3,250 2,200 2,150 1,700	13,000
Société d'électricité ci-devant Schuckert et Cie (Constructeur : Berninghaus)...	Allemagne..	"	4	Usine Suffren.......	"	10,560
Montupet..........................	France. ...	"	6	Usine La Bourdonnais.	"	10,000
Compagnie de Fives-Lille............	France. ...	"	3	Usine La Bourdonnais.	"	6,250
Crépelle-Fontaine..................	France. ...	"	1	Usine La Bourdonnais.	"	3,000
Biétrix, Leflaive, Nicolet et Cie........	France. ...	"	1	Usine La Bourdonnais.	"	2,700
Société Fitzner et Gamper............	Russie.....	"	1	Usine Suffren.......	"	2,000
Solignac, Grille et Cie...............	France. ...	"	1	Usine La Bourdonnais.	"	1,150
TOTAUX........................			92	....	....	234,660
MOYENNE PAR CHAUDIÈRE..........................					....	2,550

Le nombre des chaudières n'avait pas dépassé : 32, en 1867; 19, en 1878; 30, en 1889.

Voici récapitulés, dans un second tableau[1], la nature des chaudières, les surfaces de chauffe, les surfaces de grille, les rapports des surfaces de chauffe aux surfaces de grilles et les chiffres admis pour la production horaire de vapeur par mètre carré de surface de chauffe :

FOURNISSEURS.	NOMBRES DE CHAUDIÈRES.	NATURE DES CHAUDIÈRES.	SURFACES de CHAUFFE.	SURFACES de GRILLE.	RAPPORTS entre les SURFACES DE CHAUFFE et de grille.	PRODUCTION HORAIRE DE VAPEUR par mètre carré de surface de chauffe.
			m. q.	m. q.		kilogr.
Compagnie française Babcock et Wilcox	8	Multitubulaires, type industriel, à chargement automatique	1.360	22,00	61.8	14.0
	4	Multitubulaires, type ordinaire	1.204	24,80	48.5	14.0
	2	Multitubulaires, type Marine	460	12,40	37.1	16.0
De Naeyer et Cie	10	Multitubulaires à éléments, avec réchauffeurs d'eau d'alimentation	2.250	56,00	40.2	15.5
J. et A. Niclausse	21	Multitubulaires à éléments, à retour intérieur	2.100	61,74	34.0	16.7
Société anonyme des générateurs Mathot	4	Multitubulaires à lames d'eau	1.392	37,60	37.0	16.0
	2		336	9,06	37.1	16.0
	1		57	1,43	39.9	16.0
Roser	6	Multitubulaires, type Roser	1.620	40,20	40.0	12.8
Steinmüller	5	Multitubulaires à lames d'eau	1.270	28,10	45.2	14.2
Galloways limited	6	Type Galloway à 2 foyers	654	27,00	24.2	24.0
Compagnie d'électricité Helios. Constructeurs : Petry-Dereux	1	Multitubulaire à lames d'eau	303	6,20	48.9	12.8
Simonis et Lanz	1	Multitubulaire à lames d'eau, avec émulseur	215	5,40	39.8	15.0
Berninghaus	1	Type Cornwall à 3 foyers	202	4,45	45.4	12.0
Petzold et Cie	1	Type Cornwall Tischbein à 2 foyers, avec émulseur	250	3,60	69.4	8.7
Société Paucksch	2	Type Cornwall à 1 foyer excentré	100	3,24	30.9	17.0
Société d'électricité Schuckert et Cie (Berninghaus)	4	Type Cornwall à 2 foyers (Tischbein) avec tubes Galloway et surchauffeur	1.000	17,60	56.8	10.5
Montupet	3	Multitubulaires à retour intérieur, type industriel	405	8,40	48.2	16.0
	2	Multitubulaires du type Marine, à réchauffeur	306	6,60	46.4	12.0
	1	Semitubulaire à 2 bouilleurs	37,5	1,08	34.7	15.0
Compagnie de Fives-Lille	3	Semitubulaires à 2 bouilleurs	624	12,72	47.1	10.0
Crépelle-Fontaine	1	Multitubulaire à éléments, à émulseur Dubiau	190	5,64	33.7	16.0
Biétrix, Leflaive, Nicolet et Cie	1	Multitubulaire, système Büttner	160	4,50	35.6	16.8
Société Fitzner et Gamper	1	Multitubulaire à lames d'eau, à émulseur	150	3,40	44.1	13.6
Solignac, Grille et Cie	1	Multitubulaire à éléments et à petits tubes	36	1,70	21.2	32.0
TOTAUX OU MOYENNES	92		16.681,5	404,86	41.2	14.7

[1] Les productions horaires calculées d'après les chiffres de ce second tableau ne cadrent pas toujours avec celles du tableau précédent. Mais les différences, généralement faibles, s'expliquent à la fois par le caractère approximatif de la valeur admise pour la production au mètre carré de grille et par l'augmentation de certaines surfaces de chauffe postérieurement à la conclusion des marchés.

Ainsi, abstraction faite de la petite chaudière exposée par MM. Solignac, Grille et Cie, que sa construction très spéciale empêche de comparer aux autres générateurs industriels des usines de l'Exposition, le minimum du rapport entre la surface de chauffe et la surface de grille descendait à 24 dans le groupe Galloways, dont la capacité de vaporisation avait pu en conséquence être évaluée à 24 kilogrammes par heure et par mètre carré de surface de chauffe. Le maximum était de 69 pour les chaudières Petzold, avec une capacité de vaporisation horaire de 8k 7 par mètre carré de surface de chauffe.

La constatation du poids de l'eau effectivement vaporisée se faisait au moyen des compteurs d'eau adaptés à chaque chaudière ou, au moins, à chaque groupe de chaudières. Matin et soir, les inspecteurs de service relevaient, en présence de représentants des fournisseurs, les indications de ces appareils et les consignaient sur un registre à reproduction, dont la feuille mobile était, séance tenante, détachée et remise à l'intéressé. En cas d'avarie à un compteur, si les nécessités de la marche empêchaient de suspendre le fonctionnement de la chaudière et obligeaient à relier directement la tuyauterie d'eau au réservoir d'alimentation, l'inspecteur et le fournisseur estimaient la vaporisation par heure d'après les résultats des journées précédentes ou suivantes d'exploitation normale.

Au total, la production de vapeur pendant la durée de l'Exposition a atteint 291,917 tonnes. Ce chiffre est très supérieur aux prévisions initiales : la différence s'explique par les facilités offertes aux exposants pour la mise en action de leurs machines et appareils, par l'excédent de la durée de marche des groupes électrogènes, enfin par la prolongation de l'Exposition du 6 au 12 novembre. Les chiffres correspondants pour les expositions de 1878 et de 1889 n'avaient pas dépassé 39,473 tonnes et 68,797 tonnes; la production de 1889 a été plus que quadruplée en 1900.

Quant à la production moyenne par journée d'exploitation, elle est passée de 219 tonnes en 1878 à 372 tonnes en 1889 et à 1,377 tonnes en 1900. La moyenne de 1,377 tonnes reste, d'ailleurs, bien

au-dessous de la production réelle d'une journée de marche complète : cette production n'était pas inférieure à 1,830 tonnes.

A peine est-il besoin de faire remarquer que la vaporisation d'un pareil poids d'eau a exigé la consommation d'un poids considérable de charbon. Les relevés de l'octroi accusent, pour les entrées de combustible destiné aux usines de l'Administration, un total de 33,500 tonnes environ.

La consommation journalière moyenne pendant la durée de l'Exposition serait donc de 158 tonnes. Au cours des journées de marche complète, elle a été de 205 tonnes. En 1889, la moyenne ne s'était pas élevée à plus de 71 tonnes.

En vertu d'accords avec la Préfecture de la Seine, le charbon bénéficiait d'une modération de taxe semblable à celle que prévoit le règlement annexé au décret du 10 janvier 1873 pour les entrepôts à domicile. Les fournisseurs des chaudières avaient à acquitter un droit fixe de cent francs pour l'année 1900 et un droit proportionnel d'un franc par tonne.

Dans un chapitre antérieur consacré au réseau des voies ferrées de service, j'ai indiqué que ce réseau comprenait une voie suivant l'axe longitudinal des bâtiments des chaudières et reliée à la gare du Champ de Mars par la rue de la Fédération. La disposition ainsi adoptée facilitait, non seulement l'arrivée et plus tard la réexpédition des générateurs, mais aussi l'approvisionnement des combustibles pendant la période d'exploitation. Chaque matin, une machine enlevait les wagons vides et les remplaçait par des wagons pleins, classés en gare dans l'ordre des générateurs auxquels ils étaient destinés. Des voies auxiliaires et des aiguillages, placés près de l'avenue de Suffren, permettaient, le cas échéant, les manœuvres et les opérations de garage. Conformément à un accord intervenu avec la compagnie de l'Ouest et par dérogation à la règle générale du déchargement dans un délai de trois heures, les wagons restaient toute la journée à la disposition des destinataires. Néanmoins le peu d'étendue des emplacements libres pour la constitution des stocks de charbon et les irrégularités inévitables dans l'arrivage

des wagons ont conduit souvent les intéressés à recourir au camionnage.

Le service des chaudières était assuré par un personnel important. Outre les ingénieurs des exposants, ce personnel ne comptait pas moins de 94 chefs ouvriers, ouvriers et gardiens (48 pour l'usine La Bourdonnais et 46 pour l'usine Suffren).

Tout en constatant que l'installation de la plupart des générateurs a éprouvé des retards très fâcheux, il est juste de rendre hommage à la régularité et à l'exactitude de leur fonctionnement, quand ils ont été achevés. Les seuls accidents survenus ont consisté dans la rupture d'un té en fonte faisant partie de la canalisation d'une chaudière de l'usine Suffren et dans l'ouverture d'un petit tuyau de vapeur de l'usine La Bourdonnais; ces accidents n'ont, du reste, pas causé de blessures.

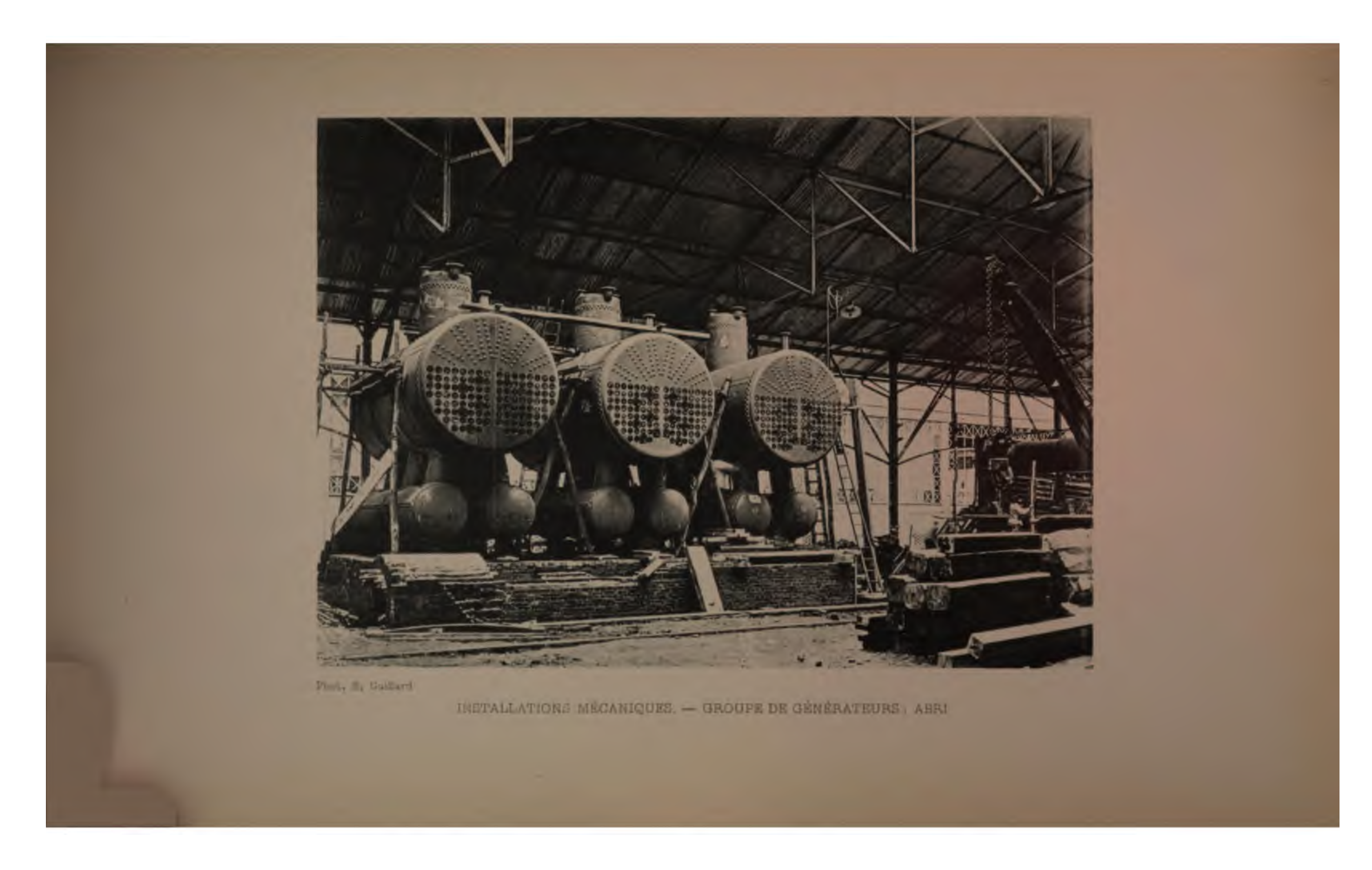
Des remerciements sont dus au service des mines qui, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Walckenaër, n'a cessé d'exercer une surveillance active sur l'ensemble des générateurs.

Le soin dont les fournisseurs ont fait preuve après la complète installation des appareils et le renchérissement des charbons ne pouvaient que déterminer l'Administration à se montrer conciliante lors du règlement des comptes. Aussi a-t-elle renoncé à l'application des pénalités.

Au mois de septembre 1900, la Fédération centrale des chauffeurs-conducteurs de machines a reçu l'autorisation d'organiser sur les chaudières de l'Exposition, avec la collaboration de M. Compère, directeur de l'association des propriétaires d'appareils à vapeur de la Seine, un concours pratique de chauffeurs, jugé par les professeurs des cours de chauffage de la Fédération.

2. *Abris des générateurs*[1]. — Dans chacune des deux cours La Bourdonnais et Suffren, les chaudières se trouvaient placées sous un

[1] M. de Tavernier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a rempli les fonctions de chef d'agence pour l'exécution de ces abris.



Phot. E. Guillard

INSTALLATIONS MÉCANIQUES. — GROUPE DE GÉNÉRATEURS ; ABRI

abri d'un caractère essentiellement industriel, présentant hors œuvre une longueur de 105 mètres, une largeur de 31^{m}05 et une surface de 3,260 mètres carrés.

Ces abris, entièrement métalliques et ouverts sur toutes leurs faces, étaient constitués par des fermes en acier et par une couverture en tôle ondulée galvanisée, avec lanterneau vitré.

Les fermes, espacées de 9 mètres, se composaient de deux poteaux, de deux arbalétriers, d'un entrait polygonal avec contre-fiches, de barres verticales et inclinées reliant les arbalétriers et l'entrait, enfin de contre-fiches extérieures prenant leur point d'appui sur les poteaux et soutenant l'extrémité en saillie des arbalétriers. D'axe en axe des poteaux, l'ouverture mesurait 27^{m}60. La hauteur du sommet des fermes au-dessus du sol était de 13^{m}20; la hauteur libre sous le milieu de l'entrait, de 7^{m}50; la saillie extérieure des arbalétriers, de 1^{m}725 par rapport à l'axe des poteaux ou de 1^{m}60 environ par rapport à leur face.

Des pannes, des chevrons avec barres obliques de contreventement sur les fermes voisines et des pannelettes portaient la couverture en tôle ondulée et galvanisée, de 8/10 de millimètre d'épaisseur avant galvanisation. Cette couverture faisait saillie de 1^{m}60 sur la face extérieure des fermes et de 3 mètres sur les pignons, de manière à abriter les visiteurs qui s'intéressaient aux chaudières.

Suivant l'axe du faîtage et dans toute sa longueur régnait un lanterneau vitré, de 1^{m}20 de hauteur, dont le rôle était d'éclairer la partie centrale du bâtiment, de le ventiler et d'offrir un large dégagement à la vapeur s'échappant, soit par suite de la levée des soupapes, soit pour toute autre cause.

Les poteaux des fermes étaient reliés longitudinalement par des pans de fer à très larges mailles laissant au-dessus du sol une hauteur libre minimum de 3 mètres et disposés pour recevoir les collecteurs dans lesquels se déversait la vapeur venant des diverses chaudières.

A la suite d'une adjudication publique infructueuse, la fourniture en location des bâtiments devant abriter les chaudières a été confiée, en vertu d'un marché de gré à gré, à MM. Moisant, Laurent, Savey et Cie, qui consentaient un rabais de 3 p. 100 sur la mise à prix de

36 francs par mètre carré, y compris couverture, gouttières, tuyaux de descente, vitrerie, coffres d'aérage, etc.

Les fondations restaient en dehors de ce marché. M. Versillé les a faites, par extension d'une de ses entreprises.

Eu égard au mode de payement de la fourniture, l'Administration n'avait pas à peser les pièces d'acier entrant dans la construction. Néanmoins, il ne sera pas sans intérêt d'indiquer que le poids moyen par mètre carré de surface couverte, hors auvents, a été de 49 kilogrammes environ, y compris la couverture en tôle ondulée.

Sous chacun des abris, les chaudières formaient deux rangées longitudinales séparées par un chemin médian de circulation, dont la largeur ne descendait pas au-dessous de 4 mètres et dans l'axe duquel se trouvait la voie ferrée de service.

Leurs foyers étaient orientés de manière à s'ouvrir vers l'extérieur, c'est-à-dire vers le Champ de Mars, pour la rangée voisine du palais de l'Électricité, et vers l'École militaire, pour la rangée voisine du palais de l'Agriculture et des Aliments. Toutes les façades d'une même rangée suivaient un alignement unique, réservant une chaufferie de 4 mètres entre elles et les poteaux des abris.

Des voies charretières de 6 mètres au minimum desservaient les chaufferies.

2. Carneaux de fumée. — Les carneaux de fumée étaient constitués par deux galeries souterraines, simples ou géminées, à section progressive, établies de part et d'autre de la voie ferrée médiane, dans chacune des usines La Bourdonnais et Suffren. Aux abords des cheminées, les galeries se contournaient de manière à y déboucher suivant un même diamètre parallèle au grand axe du Champ de Mars. La courbe de pénétration évitait les piliers des passages couverts reliant, à leurs extrémités, le palais de l'Électricité et le palais de l'Agriculture; elle respectait autant que possible les fondations de ces piliers.

Pour l'étude des dispositions à assigner aux carneaux, les ingénieurs se sont inspirés de trois principes essentiels :

1° Assurer aux chaudières les plus éloignées de la cheminée un aussi bon tirage qu'aux plus rapprochées;

2° Éviter que les constructeurs ne fissent, en vue du raccordement de leurs carneaux particuliers avec les carneaux généraux, des travaux susceptibles de compromettre le tirage des autres chaudières;

3° Réduire au strict nécessaire le cube des terrassements et des maçonneries, et par conséquent la dépense.

Ces conditions ont été heureusement remplies malgré les incertitudes du début. Les données manquaient alors au sujet du nombre, du type et de la puissance des générateurs qui composeraient les usines. Seule, la puissance totale de vaporisation à réaliser dans l'ensemble des deux usines présentait quelque certitude; elle était évaluée à 200,000 kilogrammes par heure. Il fallut donc se livrer à des hypothèses : les ingénieurs admirent que cette puissance se répartirait également entre les deux usines et que, dans chaque usine, elle serait produite par dix groupes de capacité uniforme, dont cinq du côté du Champ de Mars et cinq du côté de l'École militaire; l'évaluation de la puissance unitaire des groupes fut, d'ailleurs, prudemment majorée d'un dixième et portée à 11,000 kilogrammes, y compris les rechanges.

Un calcul basé sur l'hypothèse d'une production horaire maximum de 600 kilogrammes par mètre carré de grille et sur le rapport usuel de 8 entre la surface de grille et la section des carneaux conduisait à adopter pour cette section une superficie de $2^{mq}2$ par groupe élémentaire. Le même chiffre se déduisait d'une autre méthode de calcul ayant comme point de départ la consommation de charbon, estimée à 1,250 kilogrammes par 10,000 kilogrammes de vapeur. Voici, dès lors, quelles furent les sections successives assignées aux carneaux.

Au premier groupe de générateurs correspondait une galerie unique en plein cintre, de $1^{m}175$ d'ouverture et 2 mètres de hauteur, dans laquelle il était facile de faire déboucher en bout les carneaux particuliers.

Pour le second groupe, une galerie semblable s'accolait à la première, dont la séparait un simple mur en briques de $0^{m}47$ d'épaisseur.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Ce mode d'accroissement de la section ne pouvant se continuer, les deux galeries étaient, un peu avant le troisième groupe, réunies en une seule de même hauteur et d'une ouverture de 2^{m} 60.

La galerie unique ainsi constituée gardait la même ouverture jusqu'à son extrémité, mais s'approfondissait de 0^{m} 90 à chaque groupe et avait, par suite, une hauteur sous clef de 2^{m} 90 entre le troisième et le quatrième groupe, de 3^{m} 80 entre le quatrième et le cinquième, de 4^{m} 70 entre le cinquième et la cheminée. Son radier dessinait une cascade à gradins.

Comme je l'ai déjà indiqué, les carneaux particuliers du premier groupe de chaudières débouchaient en bout dans la première galerie de 1^{m} 175 d'ouverture. Ceux du second groupe aboutissaient de même à la deuxième galerie de pareille ouverture. Mais cette disposition était inapplicable aux groupes n°s 3, 4 et 5, pour lesquels MM. Delaunay-Belleville et Bourdon devaient trouver une autre solution. D'après le parti adopté par l'Administration, les carneaux particuliers de chacun des trois groupes, au lieu d'aboutir directement aux galeries de 2^{m} 60 d'ouverture, avaient leur débouché dans un puits latéral descendant jusqu'au niveau du radier de l'échelon inférieur et divisé en trois compartiments, au moyen de cloisons verticales en briques de 0^{m} 23, qui contribuaient à soutenir les terres; une galerie en quart de cercle, également partagée en trois compartiments par des cloisons verticales de 0^{m} 11 et ayant la hauteur d'un gradin, reliait la base du puits à la galerie de 2^{m} 60 et y lançait les gaz suivant l'axe, dans la zone correspondant à l'accroissement de section; la galerie en quart de cercle était recouverte de plaques en fonte de 25 millimètres d'épaisseur, armées d'un treillis métallique à mailles de 4 centimètres de côté, pour retenir les fragments au cas où la dilatation amènerait des cassures. Grâce au dispositif ainsi appliqué, les fournisseurs de chaudières n'avaient point à faire de travaux sur les conduits généraux de fumée, dont la solidité et le bon fonctionnement ne couraient par suite aucun risque.

Les carneaux et les puits de branchement reposaient sur une couche générale de béton au ciment de laitier, commune aux conduits desservant les deux rangées de chaudières. Tout leur gros œuvre était en

maçonnerie de briques, façon Bourgogne, avec mortier de chaux hydraulique et de ciment de Portland. Les épaisseurs du radier variaient de $0^m 23$ à $0^m 35$; celles des pieds-droits, de $0^m 35$ à $0^m 58$; celles de la voûte, de $0^m 35$ à $0^m 47$. A la partie supérieure, les pieds-droits des carneaux montaient jusqu'au niveau de l'extrados de la voûte : le plus rapproché de l'axe du bâtiment se trouvait au-dessous du rail de la voie ferrée; le plus éloigné pouvait fournir un point d'appui solide pour l'installation des générateurs ou de leurs appareils accessoires. Du sable damé remplissait l'intervalle entre les carneaux des deux rangées de chaudières; les espaces libres entre les parois des fouilles et les pieds-droits étaient garnis de béton; une couche de béton couvrait aussi l'ensemble des carneaux, y compris la tranche de sable intermédiaire; enfin une chape en mortier au ciment de Portland, légèrement cintrée, rejetait sur le côté les eaux qui pouvaient être répandues à la surface du sol et dont le contact avec la brique chaude eût été susceptible de détériorer la maçonnerie.

MM. Nicou et Demarigny, chargés de l'entreprise à la suite d'une adjudication publique, ont exécuté les travaux avec beaucoup de soin. Ces travaux, commencés au milieu de novembre 1898, du côté de l'avenue de Suffren, et à la fin de février 1899, du côté de l'avenue de La Bourdonnais, étaient finis en mai 1899.

L'expérience a montré que l'installation répondait bien au programme initial.

En cours d'exploitation, des relevés nombreux ont donné, pour la différence de dépression entre la base des cheminées et le raccordement des chaudières les plus éloignées, une limite de 5 millimètres d'eau. Cette perte de charge représente le huitième de la dépression totale, qui variait de 40 à 45 millimètres. L'uniformité du tirage de tous les générateurs a donc été obtenue aussi complètement que possible.

Après la clôture de l'Exposition, c'est-à-dire au terme d'une période de marche de sept mois, le radier des galeries entre le dernier gradin et la cheminée portait une couche de cendres de $0^m 50$ environ d'épaisseur; le dépôt ne commençait qu'à trois mètres du débouché des gaz, qui restait entièrement dégagé. Aucun dépôt analogue n'exis-

tait dans les autres parties des carneaux. L'exploitation aurait donc pu, sans aucun doute, durer une année au moins, sans que des nettoyages fussent nécessaires.

3. Cheminées monumentales. — 1. *Premières études.* — La première décision à prendre portait sur le choix entre le système de cheminées multiples, ne desservant chacune qu'un petit nombre de chaudières, et celui de deux cheminées, dont l'une pour l'usine La Bourdonnais et l'autre pour l'usine Suffren. C'est la solution des deux cheminées qui prévalut presque immédiatement. En effet, des cheminées multiples, ayant un diamètre nécessairement restreint, n'auraient pu être élevées de beaucoup au-dessus du faîtage de l'ancienne galerie des Machines (45 mètres en contre-haut du sol); elles eussent couvert d'une véritable nappe de fumée le Champ de Mars et ses environs. Au contraire, avec deux cheminées seulement, l'augmentation du diamètre permettait facilement d'atteindre une hauteur de 80 mètres, suffisante pour que les produits de la combustion fussent emportés à longue distance, dilués dans une énorme masse d'air et, par suite, exempts d'inconvénients.

Aucun autre moyen ne s'offrait, d'ailleurs, au Commissariat général pour protéger l'Exposition et les quartiers avoisinants. En imposant aux fournisseurs de chaudières des appareils fumivores et en exigeant ainsi des changements dans leur construction ordinaire, il les eût presque tous écartés; en prescrivant l'emploi du coke, il aurait accru outre mesure le volume du combustible nécessaire à la consommation journalière et créé des difficultés inextricables pour l'arrivage régulier comme pour l'approvisionnement de ce combustible.

En fait, les prévisions se sont réalisées. Si le nuage de fumée provenant des 92 chaudières en feu dans l'enceinte de l'Exposition a été parfois d'un aspect désagréable, jamais il ne s'est abattu ni sur les palais, ni sur la ville.

Une fois le parti des deux cheminées admis, l'application des formules usuelles basées sur le cube d'air à débiter par seconde et le rapprochement avec quelques-unes des plus importantes installations

existantes (papeterie d'Essonnes; secteur électrique de la rive gauche, à Issy; usine de la compagnie générale des Omnibus, à Boulogne-sur-Seine; usine municipale de la ville de Paris, à Colombes) conduisirent au chiffre de 4^{m}50 pour le diamètre intérieur des cheminées à leur sommet.

La section correspondante était de 15^{mq}90. Elle représentait un peu moins du dixième de la surface de grille alors prévue, ou encore 1^{mq}25 environ par tonne de combustible brûlé à l'heure.

Dans ces conditions et pour une température de 200 degrés attribuée au gaz, la dépression à la base des cheminées devait être de 34 millimètres. Plus tard, la pratique a confirmé l'exactitude de cette donnée.

L'un des éléments les plus essentiels de l'étude était la nature du sol sur lequel seraient assises les fondations. Deux puits de sondage, ayant 2 mètres de diamètre et prolongés par des forages au-dessous de la nappe aquifère, furent creusés au centre même des emplacements que devaient occuper les cheminées. Pour la cheminée Suffren, l'existence d'une poche de remblai amena les ingénieurs à doubler le puits principal d'un puits secondaire moins profond et moins large.

Ces sondages traversèrent naturellement les couches déjà rencontrées en 1889, lors de la fondation du palais des Machines. Ils en donnèrent l'épaisseur exacte au droit des cheminées.

Du côté de l'avenue de La Bourdonnais, la fouille et le sondage rencontrèrent : sur 2^{m}50 de profondeur au-dessous du sol, un remblai de bonne qualité; entre 2^{m}50 et 3 mètres, de la terre végétale; entre 3 mètres et 5^{m}50, du sable fin; entre 5^{m}50 et 8 mètres, du gros sable; entre 8 mètres et 8^{m}90, de la glaise mêlée de sable et surmontée d'une nappe d'eau; entre 8^{m}90 et 9 mètres, du sable fin; plus bas, de la glaise qui, à partir de la cote (9.63) en contre-bas du sol, devenait très compacte.

Du côté de l'avenue de Suffren, la succession des couches était la même; mais les épaisseurs différaient un peu. La glaise pure commençait à 9^{m}90. En outre, il existait dans le sable une assez grande poche remplie de remblais.

Connaissant la structure du terrain, les ingénieurs purent se rendre un compte exact des conditions de stabilité. La conclusion de leurs recherches fut qu'il y avait lieu d'établir les maçonneries des cheminées sur des plateaux en béton de 1^{m}50 d'épaisseur, descendant à 8 mètres au-dessous du sol et emprisonnant les têtes de pieux d'une longueur suffisante pour être enfoncés à refus dans la glaise.

2. *Concours pour la construction des cheminées.* — Après l'achèvement des études préliminaires, l'Administration jugea nécessaire et le Commissaire général décida, le 3 septembre 1898, l'ouverture d'un concours public entre les entrepreneurs spécialistes français, pour la construction des cheminées.

Le programme du concours ainsi institué est reproduit *in extenso* aux annexes (pièce n° 35).

Aux termes de l'article 2, les cheminées devaient être placées dans l'axe des abris couvrant les chaudières et avoir leur centre à 8^{m}50 de la face extérieure des passages couverts reliant le palais de l'Électricité au palais de l'Agriculture et des Aliments. Le diamètre intérieur au sommet était fixé à 4^{m}50; la hauteur au-dessus du sol, à 70 mètres au minimum et à 80 mètres au maximum; le rayon de la circonférence enveloppe du fût au niveau du terrain, à 6 mètres; celui du massif d'assise en béton, à 9 mètres. Chaque concurrent avait à déterminer les éléments de la construction et particulièrement la hauteur des cheminées, de telle sorte que les charges restassent dans des limites de grande sécurité, même en cas d'ouragan. L'article 2 prescrivait, d'ailleurs, de ménager : 1° immédiatement au-dessus du sol, une ouverture circulaire de visite présentant un diamètre de 1 mètre et fermée par un cloisonnement en briques, avec trou d'homme central luté à la terre de four ou à la terre réfractaire; 2° dans les fondations, deux ouvertures en plein cintre d'une largeur de 2^{m}60 et d'une hauteur de 4^{m}70, disposées aux extrémités d'un même diamètre, se prolongeant par deux amorces de mêmes dimensions pour le raccordement avec les carneaux et séparées par une cloison diamétrale qui s'élèverait jusqu'à 1 mètre en contre-haut du sol et imprimerait aux deux courants gazeux une direction verticale. Par mesure de prudence, l'Administration se réservait

la faculté de faire établir à ses frais, dans chaque cheminée, un appareil de tirage artificiel de son choix, afin de provoquer l'ascension des gaz lors de l'allumage des chaudières, la cheminée étant froide.

Les concurrents étaient tenus de prévoir des dispositions permettant l'ascension au sommet des cheminées, pour les visites et les réparations éventuelles. (Art. 3.)

Ils avaient également l'obligation de comprendre dans leur projet l'installation complète de paratonnerres avec conducteurs et puits de déperdition. (Art. 4.)

La partie décorative devait faire l'objet d'une étude spéciale et de dessins particuliers, dont le mérite entrerait en ligne de compte dans l'appréciation du jury. (Art. 5.)

Avec leur projet d'ensemble, les concurrents pouvaient présenter un projet d'illumination des cheminées par le gaz ou l'électricité et en dresser un devis distinct du devis général. L'Administration demeurait libre d'adopter, à cet égard, les propositions d'un concurrent autre que celui dont le projet de cheminée serait choisi; dans ce cas, une prime de 2,000 francs était promise à l'auteur des propositions agréées. En tout état de cause, l'Administration gardait la faculté de prendre sur les cheminées les points d'appui nécessaires pour l'installation des appareils d'éclairage. (Art. 6.)

Les entrepreneurs contractaient l'engagement de terminer les travaux au plus tard le 30 juin 1899. (Art. 7.)

Des prescriptions étaient insérées à l'article 8, en vue de protéger les édifices voisins et les cheminées elles-mêmes pendant la construction.

Par l'article 9, l'Administration avisait les concurrents des sondages effectués au centre de l'emplacement des cheminées et stipulait que toute demande de plus-value pour dépenses supplémentaires de fondations serait irrecevable.

En vertu de l'article 10, l'entreprise était régie, sauf les dérogations résultant du programme, par les clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs de l'Exposition, ainsi que par le cahier des charges spéciales aux travaux de terrassements et de maçonneries.

Les entrepreneurs désireux de prendre part au concours devaient en faire la demande, avant le 15 octobre 1898, au Commissaire général qui statuait sur la proposition du directeur général de l'exploitation, après avis d'une commission présidée par ce haut fonctionnaire et comprenant le directeur des finances, le secrétaire général et l'ingénieur en chef des installations mécaniques. (Art. 11 et 12.) Un cautionnement était imposé aux concurrents admis. (Art. 13.)

Ces concurrents avaient ensuite à déposer leurs soumissions, appuyées de plans et de notices. Les soumissions étaient ouvertes en séance publique. (Art. 14.)

L'article 15 chargeait de l'examen des projets un jury ainsi constitué : le directeur général de l'exploitation, président; le directeur des services d'architecture; l'ingénieur en chef des installations mécaniques; le président du comité technique des machines; le président et deux membres du sous-comité des chaudières, désignés par ce comité; le président, le vice-président, le rapporteur et le secrétaire du comité d'admission de la classe des «chaudières à vapeur».

Au vu du rapport présenté par le jury, le Commissaire général statuait; puis un marché était conclu entre l'Administration et le ou les auteurs des projets choisis. (Art. 16.)

Après la décision du Commissaire général sur l'attribution des travaux, les concurrents disposaient d'un délai de huit jours pour retirer les soumissions non agréées. (Art. 17.)

Seize constructeurs sollicitèrent leur admission. Dix furent admis et prirent part au concours : MM. Bertrand, Billaud et L'Hermitte, Cordier, Deroche, Guénot, Krebs, Mittau, Nicou et Demarigny, Paufique, Toisoul et Fradet. Plusieurs d'entre eux présentèrent plus d'un projet, de telle sorte que le nombre total des projets s'éleva à dix-huit; certains projets comportaient en outre diverses variantes.

Parmi ces projets, beaucoup atteignaient des prix excessifs; d'autres péchaient par la conception ou par le système de construction; il en était que leur aspect extérieur devait faire immédiatement repousser. Le jury classa en première ligne le projet n° 2 de MM. Nicou et Demarigny, qui se distinguait par sa valeur constructive et sa beauté archi-

tecturale, répondait d'une manière satisfaisante aux conditions multiples du programme et méritait seul d'être exécuté tel quel, sauf des retouches indiquées dans le rapport du jury. Ensuite venait le projet n° 1 de MM. Toisoul et Fradet.

Le projet n° 2 de MM. Nicou et Demarigny avait été étudié, soit pour une hauteur de 70 mètres, soit pour une hauteur de 80 mètres. Il supposait une fondation en béton sur 93 pieux battus dans un cercle de 15^{m}50 de diamètre. La construction était en briques parementées et briques de couleur. Au-dessus d'un soubassement solide s'élançait le fût, de couleur claire, presque nu, fort élégant dans ses lignes simples et pures, couronné d'un chapiteau à consoles; une décoration polychrome du meilleur effet agrémentait l'édifice, dont l'aspect général paraissait des plus heureux. Une échelle intérieure et, au besoin, un escalier extérieur assuraient le service. Le dessus du chapiteau formait terrasse garantie par un garde-corps décoratif. D'après les calculs des constructeurs, les charges, sous l'influence d'un vent exerçant un effort de 135 kilogrammes par mètre carré de section diamétrale, ne dépassaient pas 9^{k}4 par centimètre carré de maçonnerie pour une hauteur de 70 mètres et 10^{k}4 pour une hauteur de 80 mètres; nulle part, la matière ne travaillait à la traction; dans aucune section, le rapport entre le rayon extérieur et la distance de la courbe des pressions à l'axe de la cheminée ne descendait au-dessous de 4.80.

Voici comment se résumaient les observations du jury.

La valeur de 135 kilogrammes attribuée à la pression maximum du vent par mètre carré de section diamétrale semblait susceptible d'être dépassée dans les ouragans d'une violence exceptionnelle; pour les ponts en métal, les circulaires ministérielles prescrivaient de prendre, comme base de calcul, le chiffre de 270 kilogrammes par mètre carré de surface plane, ce qui, en admettant une réduction d'un tiers pour une surface cylindrique, conduisait à 180 kilogrammes. Toutefois, même avec cette pression exceptionnelle, les conditions de stabilité en élévation étaient encore satisfaisantes. Accessoirement, le jury signalait l'épaisseur peut-être insuffisante des parois vers le gueulard.

En ce qui concernait la stabilité dans les fondations, la question était plus délicate, et malheureusement les épures de résistance dressées par

MM. Nicou et Demarigny s'arrêtaient au-dessus de l'assiette de ces fondations. Il résultait des calculs du service que la pression maximum sur le terrain atteindrait $2^k 09$ par centimètre carré sous la charge statique et $4^k 05$ avec un vent de 270 kilogrammes par mètre carré de surface plane. De telles pressions n'excéderaient-elles pas la résistance du sol? Afin d'éclairer son jugement à cet égard, le jury se reportait à l'expérience de la galerie des Machines de 1889, qui, depuis douze ans, n'avait ni éprouvé de tassement, ni donné de signe d'affaiblissement. Partout où la couche de sable et gravier conservait une épaisseur minimum de 3 mètres au-dessus de la couche d'argile, cette galerie avait été fondée sur une table en béton de ciment, qui transmettait au sol des pressions s'élevant jusqu'à $3^k 28$ par centimètre carré. Le second type principal de fondation s'appliquait au cas où la couche de sable avait moins de $1^m 50$ d'épaisseur; en ce cas, la construction reposait sur des pieux de $0^m 33$, dont la tête était noyée, sur $1^m 75$ de hauteur, dans du béton de chaux et surmontée d'une couche de béton de ciment ayant $1^m 25$ d'épaisseur; les auteurs de la galerie avaient supposé que chaque pieu fournissait une réaction de 12,000 kilogrammes et que le reste de la pression se répartissait sur le sol jusqu'à concurrence de $1^k 32$ par centimètre carré. Malgré son caractère peu scientifique, cette dernière formule de calcul se trouvait sanctionnée par une pratique décisive, et c'est en l'appliquant que le service des installations mécaniques était arrivé au chiffre de $4^k 05$, notablement supérieur à celui de $2^k 57$ donné par les évaluations du constructeur. Le jury concluait fermement à remanier le projet, pour réduire le travail du sol. Il conseillait, d'une part, d'étendre l'aire du plateau de fondation, d'autre part, de pratiquer dans le soubassement et la fondation de larges évidements. De plus, il indiquait l'opportunité d'une étude tendant à relever un peu la base de la cheminée, par exemple en inclinant les carneaux, ce qui permettrait de fonder directement sur le sable et de renoncer aux pilotis.

Une dernière observation secondaire portait sur les cercles de fer servant d'armature et incorporés dans la maçonnerie des cheminées. Le jury mettait l'Administration en garde contre les effets des dilatations et contre les dislocations qui pourraient en résulter.

Au sujet de la décoration, le jury recommandait quelques simplifications ou suppressions et le remplacement du staff par la céramique pour les motifs d'ornementation.

Relativement à l'échelle intérieure, il appelait l'attention du Commissariat général sur la nécessité : 1° de disposer, à un intervalle convenable, des paliers ou contre-échelons permettant le repos des ouvriers et atténuant le danger des chutes; 2° de prendre des mesures pour éviter les effets destructifs de la dilatation du métal. Il condamnait l'escalier extérieur prévu éventuellement par MM. Nicou et Demarigny et manifestait ses préférences en faveur d'une petite cage d'ascenseur guidée par deux rails.

Le rapport écartait résolument les projets d'illumination par des appareils faisant corps avec les cheminées et se prononçait pour des projections lumineuses de l'extérieur. Il proposait de n'allouer la prime de 2,000 francs à aucun des concurrents.

Sans formuler d'objection fondamentale à ce que MM. Nicou et Demarigny fussent chargés des deux cheminées, le jury penchait pour la division de l'entreprise, ces constructeurs n'ayant à édifier qu'une seule cheminée et l'Administration faisant de la seconde l'objet d'un marché distinct avec un autre entrepreneur, au mieux de ses intérêts.

3. *Marché pour la cheminée La Bourdonnais.* — Dès que le jury eut déposé son rapport, le service des installations mécaniques revisa le projet de MM. Nicou et Demarigny dans le sens des indications de ce rapport. Il se livra notamment à une étude nouvelle et approfondie des fondations. Le diamètre du plateau de béton fut porté à 18 mètres, le nombre des pieux élevé de 93 à 133 et leur espacement réduit, quoique maintenu dans des limites suffisantes pour ne pas désagréger le terrain; cet espacement était en général de 1^{m}30 suivant le rayon et variait de 1^{m}16 à 1^{m}31 suivant la circonférence.

Reprenant les hypothèses mêmes admises par l'ingénieur en chef du contrôle des constructions métalliques de 1889 pour la galerie des Machines, supposant une pression de vent de 270 kilogrammes par mètre carré de surface plane et appliquant les formules générales relatives aux charges sur sections hétérogènes, les ingénieurs dressèrent

le tableau comparatif suivant des efforts maxima pour l'ancienne galerie des Machines et pour les cheminées :

DÉSIGNATION DES CHARGES.	GALERIE des MACHINES.	CHEMINÉES	
		SANS VENT.	AVEC VENT.
Charge maximum par pieu	$19^t\,7$ [1]	$19^t\,0$	$24^t\,5$
Charge maximum par centimètre carré de pieu (la charge étant répartie)	$21^k\,8$	$26^k\,8$	$34^k\,5$
Charge maximum par centimètre carré de terre (la charge étant répartie)	1 84	1 75	2 34
Charge maximum par centimètre carré de terre (les pieux ne portant rien)	3 28	2 85	3 67

[1] Y compris la surcharge des remblais sur les fondations.

L'effort de $34^k\,5$ par centimètre carré de pieu n'avait rien d'excessif pour du chêne. Quant à la charge par centimètre carré de sol, bien que supérieure d'un quart à celle de la galerie des Machines de 1889, elle était assez faible pour n'inspirer aucune crainte : l'expérience de la Tour de 300 mètres montrait qu'avec une pression comprise entre 3 et 4 kilogrammes, la glaise offrait une résistance assurée.

Après la revision du projet, un marché fut passé, le 1er mars 1899, avec MM. Nicou et Demarigny, pour la cheminée La Bourdonnais.

Ce marché (pièce annexe n° 36), auquel étaient joints des plans et une spécification des travaux, précisait les engagements des constructeurs.

Le prix de la cheminée était fixé à la somme forfaitaire de 203,000 francs.

MM. Nicou et Demarigny devaient entreprendre immédiatement les travaux, les poursuivre suivant un programme déterminé par le contrat et les achever dans un délai de dix mois. Ils étaient tenus d'avoir toujours sur le chantier un approvisionnement de 350,000 briques, comprenant les divers assortiments nécessaires. En cas de retard, ils encouraient des retenues, sans préjudice des mesures coercitives prévues par le cahier des clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs de l'Exposition.

Ce cahier et celui des charges spéciales aux travaux de terrassements et de maçonneries s'appliquaient à l'entreprise.

Inscrite au catalogue des objets exposés, la cheminée La Bourdonnais concourait pour les récompenses.

Les constructeurs s'obligeaient, s'ils en recevaient la réquisition dans un délai de six mois après la clôture de l'Exposition, à démolir la cheminée sans autre rétribution que la valeur des matériaux.

Ils s'engageaient, d'ailleurs, à exécuter la cheminée Suffren dans des conditions semblables, au cas où l'Administration les en chargerait, pourvu que la décision leur fût notifiée avant le 1er mai 1899.

Le projet d'illumination était abandonné conformément à l'avis du jury.

Quant à la spécification jointe au marché, elle définissait les travaux et les conditions de leur exécution.

La fouille de fondation devait avoir un diamètre de 18 mètres au plafond; sa profondeur était limitée à 8 mètres.

Dans cette fouille, l'entrepreneur avait à battre 133 pieux en chêne d'une longueur de 8 mètres et d'un équarrissage de 0m 30, répartis comme l'indiquaient les plans, enfoncés au refus à l'aide d'un mouton de 500 kilogrammes et recepés à 0m 85 au-dessus du fond. Le refus était réputé atteint, quand le mouton, tombant de 1m 30 ou 1m 40, ne produisait pas un enfoncement supérieur à 5 ou 6 millimètres pour une volée de 25 coups.

La cheminée reposait sur une plate-forme en béton, avec mortier de ciment de Portland, présentant une épaisseur de 1m 50 et enveloppant la tête des pieux.

Au-dessus de la plate-forme en béton s'élevait un soubassement annulaire en maçonnerie de meulière avec mortier de ciment de Portland, revêtu de briques à sa surface intérieure. L'épaisseur de l'anneau variait de 6 mètres à 3m 40, par gradins successifs. Des pénétrations en plein cintre, d'une largeur de 2m 60 et d'une hauteur de 4m 70 sous clef, y étaient ménagées pour le raccordement des carneaux; ces pénétrations étaient en maçonnerie de briques, hourdée, de même que

le revêtement intérieur du soubassement, avec du mortier bâtard de chaux hydraulique et de ciment Portland.

Puis venait un piédestal de 17 mètres de hauteur à partir du sol, ayant un diamètre intérieur de $6^{m}20$ et une épaisseur de $2^{m}90$ à $1^{m}90$, entièrement fait en maçonnerie de briques, hourdé comme le revêtement intérieur du soubassement et percé d'une ouverture de visite avec trou d'homme.

Enfin s'élançait le fût, couronné d'un chapiteau dont le sommet se trouvait à 80 mètres en contre-haut du sol. Par des retraites successives, le diamètre intérieur se réduisait progressivement de $6^{m}42$ à $4^{m}50$; l'épaisseur, fixée à $1^{m}30$ vers le niveau supérieur du piédestal, descendait à $0^{m}35$ au sommet. Le fruit extérieur du fût était de 0,03. Pour la maçonnerie de briques de la colonne, la spécification prévoyait du mortier de chaux hydraulique, exception faite du couronnement, qui devait être hourdé en mortier de ciment de Portland.

Une cloison diamétrale en briques, oblique par rapport à l'axe des carneaux, divisait la base de la cheminée, de manière à imprimer aux gaz une direction verticale.

Des enduits en ciment de Portland couvraient les corniches du piédestal et du couronnement, afin de protéger ces parties de la construction contre les infiltrations d'eau.

Quinze cercles en fer plat de $0^{m}120 \times 0^{m}011$ étaient noyés dans l'épaisseur de la colonne et du couronnement, pour combattre la poussée due à la température des gaz. Ces cercles se composaient de plusieurs morceaux assemblés par des boulons.

L'échelle intérieure d'ascension en fer comportait trois échelons par mètre de hauteur. D'autres échelons enveloppant les premiers formaient un dispositif de sûreté, en vue d'éviter les chutes et de faciliter le repos des ouvriers pendant la montée.

Soixante-dix crampons en fer forgé, scellés dans le parement extérieur de la cheminée, devaient fournir éventuellement des points d'appui à un échafaudage. Chaque arceau du couronnement portait un piton ayant le même objet.

Au point de vue décoratif, la spécification prescrivait le blanc nankin comme nuance de fond dominante; les dessins et oppositions de



Phot. Larger

CHEMINÉE MONUMENTALE (Côté La Bourdonnais)

teintes étaient obtenus par des briques de couleur sanguine, avec quelques briques noires ou émaillées de nuances diverses. La « Céramique nouvelle » fournissait les feuilles d'aulx et les fleurons du dessus du couronnement, les cabochons carrés du haut des consoles de ce couronnement, l'astragale et ses fleurs, les quatre grands motifs avec ceintures de cabochons et palmes, les feuilles d'acanthe et les fleurs de la partie inférieure du fût, les cabochons du piédestal. Sur les cartouches des quatre grands motifs étaient des figures allégoriques représentant l'industrie, le commerce, les sciences et les arts.

Le paratonnerre comprenait : 1° une tige de 12^{m}50 en fer forgé galvanisé, avec pointe en cuivre rouge de 0^{m}50 et cône en platine; 2° un conducteur en cuivre rouge formant ceinture et couronnement, auquel se fixaient deux conducteurs également en cuivre rouge, diamétralement opposés et descendant le long du fût jusqu'à la base, pour rejoindre, l'un une canalisation souterraine, l'autre un tubage en tôle placé à 5 mètres de profondeur.

4. *Adjudication de la cheminée Suffren.* — Bien qu'elle se fût réservé par prudence le droit d'imposer à MM. Nicou et Demarigny la construction de la cheminée Suffren, l'Administration ne crut pas devoir user de cette faculté et procéda à une adjudication publique, sur un projet qu'avait dressé le service des installations mécaniques.

Les dispositions principales et le système de fondation, admis pour la cheminée La Bourdonnais, étaient appliqués à la cheminée Suffren. Seule, la décoration présentait des différences assez notables : elle avait un caractère beaucoup plus sobre et résultait surtout de moyens simples, tels que des oppositions de couleurs et des saillies; la céramique, tout en jouant son rôle, se montrait avec moins d'abondance, spécialement sous forme de cabochons, de cartouches et de ceintures.

Il est inutile d'analyser le cahier des charges de l'entreprise. Ce document reproduisait les clauses de la spécification et du marché relatifs à la cheminée La Bourdonnais.

L'adjudication, ouverte sur la mise à prix de 203,000 francs, eut lieu au profit de MM. Toisoul, Fradet et Cie, qui avaient consenti le plus fort rabais, et fut approuvée le 14 mars 1899.

la porte de service ménagée dans la partie inférieure de la cheminée, puis sur une seconde poulie suspendue à une forte traverse au niveau de l'atelier de maçons. Un plancher supérieur constituait la plate-forme de travail; à deux mètres plus bas, un autre plancher servait de dépôt pour les matériaux. Les briques étaient élevées sans guidage, en paquets de 11 réunies par une élingue; ces paquets se suspendaient, comme les seaux de mortier, à un fort crochet formé de huit branches et fixé au bout libre du câble. La régularité de l'ascension, du reste très rapide, pouvait à priori paraître douteuse; mais l'expérience ne confirma pas ce doute et les opérations se poursuivirent sans aucun arrêt.

Du côté Suffren, MM. Toisoul, Fradet et Cie utilisèrent une cage guidée, suspendue à la chaîne calibrée d'un treuil Bernier, qu'actionnait une locomobile. Ce système permettait d'élever à la fois des charges considérables, de monter au niveau supérieur des maçonneries les wagonnets chargés, tels qu'ils arrivaient du dépôt de briques à la cage, et, par suite, de simplifier notablement les manutentions. Ses inconvénients résidaient dans la lenteur de l'ascension et dans les pertes de temps occasionnées par les allongements successifs des guidages, au fur et à mesure que s'élevait la plate-forme de travail; en outre, l'accumulation de bois qu'il exigeait à l'intérieur de la cheminée était une cause de dépense et de danger d'incendie. Un accident survint à l'appareil, dans les premiers jours de décembre 1899, au moment où les travaux approchaient de leur terme, et, les gelées aidant, ces travaux ne purent être repris qu'en février 1900.

Les dispositions protectrices contre la foudre furent soumises à une commission spéciale instituée par arrêté ministériel du 28 janvier 1899 pour l'étude des questions de ce genre et présidée par M. Mascart. Cette commission, tout en exprimant ses préférences en faveur de quatre tiges latérales d'une hauteur de 2 à 3 mètres, légèrement inclinées sur la verticale, adhéra pourtant au maintien de la tige centrale qui constituait un motif de décoration et qui, bien qu'exposée à l'action destructive des gaz, semblait pouvoir résister pendant la courte durée de l'exploitation. Elle indiqua l'inutilité de la pointe en cuivre

rouge et du cône de platine. Pour la ceinture et les conducteurs descendant au sol, le cuivre rouge lui parut susceptible d'être remplacé par le fer, la ceinture étant faite en fer galvanisé et les conducteurs de descente en câbles de 1 cm 5 ou 2 centimètres de diamètre. Elle conseilla, en outre, de relier les deux câbles à la conduite d'alimentation des chaudières. Comme les édifices les plus proches étaient encore assez éloignés de l'axe des cheminées et devaient avoir leur protection spéciale, elle ne jugea pas nécessaire l'établissement d'une communication aérienne entre les charpentes métalliques et les câbles de descente.

MM. Mildé fils et Cie, à qui les constructeurs avaient confié le soin de l'installation, se conformèrent aux avis et conseils de la commission.

L'Administration n'a eu qu'à se louer du soin et de l'habileté avec lesquels les deux entrepreneurs se sont acquittés de leur tâche.

Du côté La Bourdonnais, les travaux ont été terminés dans le délai imparti par le marché.

Pour la cheminée Suffren, l'accident à l'appareil élévatoire, suivi d'une période de gelée, a entraîné quelque retard. Cependant la construction était finie en mars 1900.

6. *Observations sur la dépression et la température des gaz.* — Afin de se rendre compte des conditions dans lesquelles les chaudières seraient exploitées, le service mécanique fit installer, à la base de chaque cheminée, des appareils enregistreurs de M. Jules Richard, donnant la dépression et la température des gaz. Chaque jour, les feuilles de ces enregistreurs étaient changées à 2 heures de l'après-midi, et des relevés résultant de lectures directes permettaient, le cas échéant, de corriger les indications des appareils. Après l'Exposition, les diagrammes journaliers servirent à dresser des tableaux numériques suivant l'exploitation heure par heure et à en déduire quatre diagrammes moyens du tirage et de la température pendant les vingt-quatre heures de la journée pour l'usine La Bourdonnais et l'usine Suffren.

L'examen des diagrammes relatifs au tirage suggère des observations intéressantes.

Tout d'abord, la dépression du côté Suffren était, en moyenne, de 4 millimètres supérieure à celle du côté La Bourdonnais. Les diagrammes des températures expliquent cette anomalie apparente : en effet, dans la cheminée Suffren, la température du courant gazeux atteignait un chiffre dépassant de 70 degrés celui de la cheminée La Bourdonnais.

D'autre part, du côté Suffren, le minimum de dépression se produisait à 8 heures du matin (entre 25 et 26 millimètres); de 9 h. 1/2 à 10 heures du matin, la courbe remontait brusquement; à partir de ce moment, la dépression restait sensiblement constante jusque vers 6 h. 1/2 (36 à 37 millimètres); elle se relevait alors lentement et, à 10 h. 1/2, accusait son maximum (près de 39 millimètres); puis commençait la chute, rapide au début et lente ensuite; de 6 h. 1/2 à 9 h. 1/2 du matin, les variations étaient minimes. Pour la cheminée La Bourdonnais, le minimum (20 à 21 millimètres) durait de 4 heures à 8 heures du matin; entre 8 heures et 9 h. 1/2, la dépression s'élevait subitement pour rester à peu près uniforme jusque vers 2 heures (32 à 33 millimètres); à 3 heures, elle prenait sa plus grande valeur (35 millimètres); entre 10 heures et 11 h. 1/4, avait lieu une brusque réduction, qui se poursuivait avec lenteur jusque vers 4 heures du matin. Dans chaque cheminée, d'ailleurs, les changements successifs du tirage correspondaient à ceux de la température. La différence de régime des deux cheminées tenait à la différence des conditions dans lesquelles s'exploitaient l'usine La Bourdonnais et l'usine Suffren. Quelques développements à ce sujet ne seront pas inutiles.

Les chaudières Suffren alimentaient principalement des groupes électrogènes à courant alternatif, affectés au service de l'éclairage. Il suffisait, dans la plupart des cas, pour la matinée, de mettre en feu 3 ou 4 de ces chaudières entre 9 et 10 heures et de faire fonctionner deux groupes électrogènes vers 10 h. 1/2. Le soir, par suite de l'arrêt brusque, assez longtemps avant la fermeture, des machines étrangères éclairant le Château d'eau, un certain nombre de chauffeurs pouvaient éteindre.

Dans l'usine La Bourdonnais, presque tous les groupes électrogènes

fournissaient du courant continu, réclamé dès le matin, à partir de 10 heures, pour les besoins de la force motrice; eu égard au temps qu'exigeaient la mise en pression des générateurs et le chauffage des canalisations de vapeur ainsi que des cylindres, 25 à 30 chaudières devaient être allumées au plus tard à 8 heures et poussées activement, de manière à alimenter, entre 9 h. 3/4 et 10 heures, 8, 10 et quelquefois 12 groupes électrogènes. Il fallait, le soir, maintenir fort tard la pression pour l'éclairage général; néanmoins, après 10 heures, les feux n'étaient plus si actifs, et certains générateurs cessaient leur marche.

Ces différences justifient celles que révélaient les courbes des dépressions et des températures.

Pour terminer ce compte rendu sommaire des observations enregistrées par les appareils Richard, il me reste à mentionner que la température variait, dans la cheminée La Bourdonnais, de 110 à 250 degrés, et, dans la cheminée Suffren, de 180 à 340 degrés.

4. Canalisations de vapeur. — 1. *Dispositions générales.* — Lors de ses premières études, l'Administration admit, je l'ai déjà rappelé, une production horaire normale de 100,000 kilogrammes de vapeur pour chacune des deux usines La Bourdonnais et Suffren. Elle décida aussi que tous les générateurs indistinctement déverseraient leur vapeur dans des canalisations générales où se feraient les prises d'alimentation des machines.

Sauf sur un point spécial qui sera ultérieurement signalé, le Commissariat général prit le parti d'adopter, pour recueillir la vapeur sortant des chaudières comme pour la distribuer aux machines, une canalisation type, d'un diamètre intérieur uniforme de 0^{m}25, et de multiplier le nombre des conduites selon les besoins, de manière à débiter en chaque point le volume nécessaire sans excès de vitesse et sans trop grande perte de charge. Ce parti simple lui permettait de procéder aux commandes, avant d'être absolument fixé sur la consommation dans les différentes parties des palais; il se prêtait aux changements en cours de travaux; il facilitait la fourniture, le montage, les remplacements et réparations. Le choix du diamètre de 0^{m}25 était,

d'ailleurs, déterminé à la fois par l'importance des machines auxquelles devait être livrée la vapeur et par la convenance de rester dans la limite des dimensions industrielles, pour trouver des fournisseurs en location. En attribuant aux groupes électrogènes une puissance moyenne de 1,000 chevaux et une consommation horaire de 12,000 kilogrammes de vapeur, et en supposant que deux groupes, branchés sur une même conduite, fussent simultanément en marche, les ingénieurs déduisaient de leurs calculs une vitesse maximum d'écoulement de 25 mètres par seconde, chiffre très acceptable.

Exceptionnellement, vers l'extrémité de la canalisation, du côté Suffren, le peu d'importance des demandes de vapeur conduisit à réduire le diamètre de $0^m 25$ et à employer des tuyaux de $0^m 075$.

Dans chaque bâtiment de chaudières, le plan comportait deux groupes de quatre conduites recueillant la vapeur à la sortie des générateurs, pour l'amener vers les galeries souterraines aboutissant à ce bâtiment. Les conduites reposaient, au moyen de corbeaux, sur les pans de fer établis entre les piliers de la construction. Pour un même pan, le nombre des conduites ainsi suspendues était de 1 ou 2 suivant le nombre des chaudières desservies. Les tuyaux venant de la façade voisine du palais de l'Agriculture traversaient le bâtiment, soutenus par des colliers et par des câbles en fil d'acier qui avaient leur point d'attache dans la charpente métallique.

Ces conduites arrivaient par groupe de quatre, à l'aide de coudes et de branches verticales, sur les tubulures de collecteurs formant séparateurs d'eau et bouteilles de distribution. Des écrans inclinés rejetaient l'eau contre les parois de la bouteille, le long desquelles elle descendait jusqu'au fond de l'appareil; la vidange s'opérait par une tubulure munie d'un T, où se branchaient un purgeur automatique, avec tubes de 26 millimètres et soupape de 15 millimètres, ainsi qu'un purgeur à main de 25 millimètres; un niveau à tube de verre indiquait la hauteur de l'eau accumulée et, le cas échéant, il suffisait d'ouvrir le purgeur à main pour l'évacuer. Les quatre tubulures de départ de la vapeur, placées au-dessous des tubulures d'arrivée, se prolongeaient à l'intérieur de la bouteille, de manière à s'élever plus

haut que l'axe, et débouchaient sous les écrans; ainsi, la vapeur pénétrant dans les conduites de distribution était presque complètement séparée de l'eau d'entraînement.

Des robinets-vannes adaptés aux tubulures supérieures et inférieures permettaient de réaliser toutes les combinaisons d'isolement ou de communication entre les chaudières et les conduites de distribution.

Les deux collecteurs d'une même usine étaient reliés par une conduite du diamètre courant; chaque bouteille portait à son sommet une cinquième tubulure recevant cette canalisation et une vanne pour établir ou couper la communication. De la sorte, l'ensemble de toutes les chaudières d'une même usine pouvait concourir à alimenter les huit conduites de départ de cette usine; il eût été possible aussi, pour des essais ou pour un service restreint, de faire fonctionner l'une quelconque des machines avec la vapeur produite par un groupe déterminé de chaudières.

Une communication existait également, à l'intérieur des galeries souterraines, entre les réseaux de distribution de l'usine La Bourdonnais et de l'usine Suffren. Mais l'usage de cette communication avait été réservé au cas où l'Administration n'aurait pu assurer le service en laissant les deux usines indépendantes, et l'éventualité ne s'est pas réalisée, ce qui a rendu inutile l'ouverture de la vanne qui normalement interceptait la conduite de jonction.

Les vannes de départ et les vannes de communication entre les deux collecteurs d'une même usine étaient munies de by-pass, c'est-à-dire de tuyaux avec robinet de 20 millimètres les contournant et reliant les parties de conduites situées à l'avant et à l'arrière. Ces by-pass pouvaient débiter une faible quantité de vapeur, ne contenant qu'un petit volume d'eau facile à écouler par les purgeurs automatiques. Ils répondaient à trois buts : 1° éviter la mise en charge trop brusque des canalisations, les échauffer progressivement, restreindre les poussées dues à la dilatation sur les appareils destinés à la compenser, prévenir les coups d'eau résultant de condensations abondantes; 2° préparer l'équilibre de pression entre les deux faces des vannes et faciliter la levée de ces vannes, qui, avec de la vapeur à 11 kilogrammes, supportaient un effort approchant de 5,500 kilogrammes et

dont le moindre grippement rendait la manœuvre très pénible; 3° révéler les fuites sans risque d'accidents et assurer par suite la visite des conduites dans des conditions parfaites de sécurité au moment de leur mise en charge.

Un raccord avec robinet rattachait les by-pass aux canalisations de la Compagnie parisienne de l'air comprimé, où la pression était, jour et nuit, de 5 kilogrammes. En utilisant cette jonction et en introduisant de l'air comprimé dans les conduites de distribution de vapeur, le service des installations mécaniques pouvait, d'une part, chasser l'eau des conduites et des bouteilles de purge, d'autre part, vérifier sans aucun danger l'étanchéité des canalisations pendant les visites qu'effectuaient les équipes de nuit.

Des vannes inférieures de chaque collecteur-bouteille partaient les conduites de distribution, qui empruntaient les galeries souterraines.

Il y avait quatre canalisations dans la première partie de ces galeries : deux files de tuyaux reposaient sur le sommet des murettes; les deux autres étaient soutenues au moyen de supports suspendus à la voûte.

Arrivées aux premières chambres de raccordement des galeries, certaines canalisations se retournaient perpendiculairement à l'axe du Champ de Mars, pour desservir l'un des côtés des groupes électrogènes. Les autres poursuivaient leur route sans changer de direction et allaient fournir la vapeur, tant à la seconde ligne de groupes électrogènes qu'aux machines exposées dans les palais de la Mécanique et de l'Industrie chimique.

Les branchements étaient raccordés aux conduites principales reposant sur les murettes. Ils avaient ainsi un point d'appui solide, et leurs vannes restaient bien accessibles.

Analogues à des feeders, les canalisations suspendues au sommet de la voûte conduisaient la vapeur vers les points les plus éloignés et descendaient sur les murettes dès que celles-ci devenaient libres par suite d'un changement de direction des conduites inférieures.

A leurs extrémités, et parfois au milieu de leur longueur, quand l'étendue des tuyauteries ou les changements de direction le rendaient

nécessaire, les conduites étaient reliées à des bouteilles de purge en tôle, munies de purgeurs automatiques, dont la décharge s'effectuait dans une conduite générale des purges. Ces bouteilles avaient une capacité d'un demi-mètre cube environ; elles pouvaient donc, en cas de condensations subites et abondantes, recevoir de grandes quantités d'eau, que les purgeurs eussent été incapables de débiter assez vite et qui, ainsi, s'écoulaient progressivement.

Pour faciliter les mouvements dus aux variations de température, des rouleaux étaient interposés entre les murettes et les canalisations. Quant aux conduites accrochées à la voûte, leur déplacement se trouvait assuré par la disposition des corbeaux de support, dont la tige pouvait osciller autour de son point d'articulation.

Il fallait régulariser et compenser les effets de la dilatation. Les canalisations étaient divisées, dans ce but, en sections de 30 mètres, susceptibles de se dilater indépendamment les unes des autres. Entre les sections s'intercalait une pièce formant, soit point fixe, si le tronçon considéré était libre à son extrémité, soit point fixe pour un des tronçons et boîte de dilatation pour celui qui le précédait. Des boulons fixaient ces appareils à des poutres en fer affectant la forme de coffres et solidement scellées dans la maçonnerie des galeries. A la pression de 10 kilogrammes, la longueur de 30 mètres donnait une dilatation de 65 millimètres environ; la prudence commandait de ne pas soumettre à un déplacement plus considérable les branchements de raccord des machines, qui étaient parfois assez courts et toujours peu flexibles, eu égard à leur gros diamètre.

Une canalisation de purge suivait pas à pas la distribution de vapeur. Cette canalisation se divisait en quatre réseaux distincts, disposés autant que possible sans contre-pente et aboutissant aux quatre cheminées d'appel des abris de chaudières. Le débouché, à la base des cheminées, se faisait dans un appareil séparateur, qui laissait monter la vapeur, tandis que l'eau s'écoulait sur le radier de la galerie.

Aux conduites de purge étaient raccordés tous les purgeurs automatiques de la distribution, ainsi que les purgeurs permanents des machines; quant aux purgeurs temporaires de ces machines, c'est-à-dire

à ceux dont l'ouverture devait avoir lieu exclusivement lors de la mise en route, ils envoyaient leurs produits aux décharges des condenseurs et, par conséquent, aux conduites d'eaux chaudes.

Le diamètre de la canalisation variait suivant l'importance des machines desservies. Généralement, des tuyaux de 90 millimètres avaient paru suffisants, aux points de départ. Dans les croisements des galeries souterraines, s'il y avait plusieurs conduites, elles se raccordaient sur une bouteille en fonte dont les tubulures donnaient aux jets de vapeur la direction voulue pour en faciliter l'écoulement. Le tuyau collecteur partant des bouteilles présentait un diamètre de 120, puis de 150 millimètres.

Aucune machine n'ayant été admise à fonctionner sans condensation, il n'existait pas de canalisation pour la marche à échappement libre.

2. *Concours pour la fourniture, la pose et le service des canalisations de vapeur.* — Si les lignes essentielles du projet étaient ainsi déterminées, de nombreux détails restaient encore à régler. Ce projet pouvait, d'ailleurs, se réaliser au moyen de dispositifs divers, d'appareils différents, pour le choix desquels l'Administration tenait à provoquer les efforts de l'initiative privée. Aussi le Commissariat général procéda-t-il, non par voie d'adjudication, mais par voie de concours ouvert entre constructeurs spécialistes français.

Aux termes du programme arrêté le 20 juin 1899 (pièce annexe n° 37), l'entreprise comprenait la fourniture en location, la mise en place, l'entretien, le service journalier des canalisations et de leurs accessoires; le constructeur devait également pourvoir à la pose des branchements pour les exposants. (Art. 1 et 2.)

L'article 3 donnait un tableau approximatif du matériel à fournir et invitait les concurrents à présenter un détail estimatif avec prix unitaires.

Conformément à l'article 4, les tuyaux devaient être, soit en tôle d'acier doux ou de fer homogène rivée ou soudée à recouvrement, avec ou sans couvre-joint, soit en acier étiré sans soudure, et subir une pression d'épreuve de 20 kilogrammes par centimètre carré. Le même article portait que les réservoirs ou bouteilles de purge seraient faits en

tôle de fer ou d'acier, soumis à l'épreuve réglementaire des récipients de vapeur et timbrés à la pression de 12 kilogrammes. Il prescrivait, en outre : l'acier moulé de bonne qualité et sans soufflures, pour les manchons formant points fixes de la canalisation, les tés, les coudes, les boîtes des vannes; la fonte et le bronze, pour les boîtes à dilatation.

Le constructeur était tenu de se munir, à ses frais, des licences nécessaires, si des appareils employés dans l'installation faisaient l'objet de brevets en vigueur. En aucun cas, l'Administration n'avait à intervenir dans les difficultés qui pourraient être soulevées par les brevetés dont le fournisseur aurait négligé de s'assurer l'agrément. (Art. 5.)

Tout en respectant les dispositions générales des tracés joints au programme, les concurrents restaient libres de proposer, pour le mode de construction, telles dispositions de détail qu'il leur conviendrait d'adopter et qui permettraient de réaliser des économies dans la fabrication, pourvu qu'elles assurassent de la manière la plus complète la solidité des pièces et l'étanchéité des joints. (Art. 6.)

Les matériaux devaient être de provenance française, sauf le cas où il serait prouvé à l'Administration que les usines nationales étaient impuissantes à effectuer les livraisons dans des délais assez courts. (Art. 7.)

En vertu de l'article 8, l'Administration conservait le droit d'apporter certains changements au tracé général des canalisations. Des stipulations précises réglaient les conséquences de ces changements.

Les exposants étaient obligés de recourir à l'adjudicataire pour la pose des branchements. Celui-ci devait, de son côté, exécuter les travaux à des prix fixés par le programme du concours. (Art. 9.)

Suivant l'article 10, l'entrepreneur était également tenu de faire les travaux accessoires que lui commanderait l'Administration et d'accepter les prix déterminés par cet article.

Il devait aménager les galeries souterraines de manière à rendre faciles la circulation et la visite des appareils. (Art. 11.)

L'article 12 spécifiait les charges de l'entrepreneur pour le personnel chargé de l'entretien et du service journalier; normalement, ce service commençait à 9 h. 1/2 du matin et finissait à minuit.

Par l'article 13, l'Administration se réservait de faire surveiller la construction du matériel dans les usines.

L'entrepreneur devait prendre les mesures voulues de sécurité; il assumait l'entière responsabilité des accidents et des dégâts causés par son matériel ou son personnel. (Art. 14.)

Toute la fourniture était faite en location pour une période commençant le 15 février 1900 et se terminant à la clôture de l'Exposition. L'entrepreneur s'obligeait à achever le montage avant le 15 février, pour que les exposants pussent établir en temps utile leurs branchements, et à opérer plus tard le démontage en deux mois. (Art. 15.)

L'article 16 déterminait les pénalités en cas de retard.

En conformité de l'article 17, les entrepreneurs désireux de prendre part au concours devaient adresser au Commissariat général une demande d'admission, avec pièces justificatives à l'appui.

Ces demandes étaient soumises à un jury présidé par le directeur général de l'exploitation et comprenant le directeur des finances, le secrétaire général, l'ingénieur en chef des installations mécaniques, le président et le rapporteur de chacun des sous-comités du comité technique des machines, le secrétaire du sous-comité des chaudières. Après avis de ce jury, le Commissaire général arrêtait la liste d'admission, sur la proposition du directeur général. (Art. 18.) Un cautionnement était imposé aux concurrents admis. (Art. 19.)

L'entreprise, bien que divisée en deux lots d'égale importance, pouvait être attribuée à un seul adjudicataire, si le jury le proposait. (Art. 20.)

Eu égard à la variété des fournitures et des travaux, qui relevaient de spécialités différentes, l'article 21 déclarait recevables les soumissions émanant d'un consortium d'industriels solidairement responsables.

A la date fixée, les concurrents admis devaient remettre leurs soumissions, appuyées de projets et de devis. Les soumissions étaient ouvertes en séance publique. (Art. 22 et 23.)

Le jury, qui avait été déjà consulté sur les demandes d'admission, examinait et classait les projets, en tenant compte non seulement de la dépense, mais aussi des garanties offertes au point de vue de la construction, de la sécurité et de l'étanchéité. (Art. 24.)

Après avoir pris connaissance des conclusions du jury, le Commis-

saire général désignait le ou les adjudicataires avec lesquels devait être passé un marché définitif. (Art. 25.)

Un délai de huit jours était imparti aux concurrents non agréés pour le retrait de leurs dossiers. (Art. 26.)

L'article 27 réglait les conditions de payement.

En cas de litige entre l'Administration et les entrepreneurs, l'article 28 subordonnait toute action contentieuse à un examen préalable de ce litige par trois personnes compétentes prises dans le comité technique des machines. Le Commissaire général désignait l'une de ces personnes; les entrepreneurs en choisissaient une autre; la troisième était nommée par les deux premières.

Sept concurrents sollicitèrent leur admission. Quatre l'obtinrent sans réserve; les trois autres n'étaient agréés que sous le bénéfice de justifications complémentaires.

Trois soumissionnaires seulement déposèrent des offres : 1° M. Boulay (offres pour l'un ou l'autre des deux lots); 2° MM. Dreyfus frères, Strube et fils (offres pour chacun des lots et pour l'ensemble); 3° la société des générateurs Mathot, MM. Muller et Roger, Supervielle et Pellier (offres pour chacun des lots et pour l'ensemble).

Le jury, à la suite d'un examen minutieux des projets, conclut à traiter avec la société Mathot et consorts pour les deux lots. Il indiqua, d'ailleurs, quelques améliorations à apporter aux dispositions proposées.

3. *Marché pour la fourniture, la pose et le service des canalisations de vapeur.* — Un marché fut passé, le 27 septembre 1899, avec le consortium désigné par le jury. (Pièce annexe n° 38.)

La plupart des stipulations de ce contrat étaient empruntées au programme du concours. Aussi n'y a-t-il lieu d'en retenir ici qu'un petit nombre.

Pour les deux lots réunis, la dépense s'élevait à 373,781 francs.

Le type et le mode de construction des divers organes étaient nettement spécifiés. Toutes les canalisations de distribution devaient être recouvertes d'une enveloppe calorifuge.

A la date du 15 février 1900, prévue au programme pour l'achèvement des travaux, le marché substituait celle du 1er mars.

Chacun des entrepreneurs formant le consortium pouvait être admis comme exposant et concourir pour les récompenses dans la classe dont relevaient ses fournitures.

4. *Exécution des travaux.* — Les tuyaux de $0^{m}25$, qui composaient la majeure partie de l'installation (2,660 mètres de longueur), furent fabriqués en tôle d'acier Martin Siemens basique non trempant, donnant une résistance moyenne à la rupture de $40^{k}7$ et un allongement de 24, 25 p. 100. Cette tôle avait 6 millimètres d'épaisseur. Les rivets étaient en fer fin de qualité supérieure.

Chaque tuyau comprenait normalement trois viroles cylindriques, la virole médiane étant extérieure aux deux extrêmes et présentant, par suite, un diamètre de $0^{m}262$. Les tuyaux de longueur réduite ne comportaient que deux viroles, affectant alors la forme conique.

La jonction des tuyaux se faisait au moyen de bagues biconiques, suivant la disposition adoptée dans les chaudières de Naeyer. Ce système de joint, déjà appliqué heureusement en 1889 à une partie importante des canalisations, a donné d'excellents résultats : il offre l'avantage de supprimer toute garniture et permet, pour une forte pression, d'obtenir des joints étanches avec un nombre réduit de boulons, le rôle exclusif de ceux-ci consistant à assurer le serrage sur les bagues qui forment, pour ainsi dire, des coins. A leurs extrémités, les tuyaux étaient munis de brides-cornières en acier forgé embouti, d'une épaisseur de 11 millimètres au moins sur la partie rivée et de 22 millimètres sur la partie plate, évasées au tour suivant un calibre rigoureux. Les bagues, généralement en acier, offraient un cône de 4 millimètres sur une longueur de $28^{mm}5$; pour les brides, le cône avait la même valeur, mais répartie sur une longueur de 36 millimètres, de telle sorte qu'il était possible de réaliser un serrage énergique. De face à face des brides, les tuyaux mesuraient $4^{m}385$; un jeu de 15 millimètres restait entre les brides et les deux tuyaux consécutifs.

Aux raccords de canalisations ou aux abords de tubulures devant

occuper un emplacement déterminé d'une manière précise, il a fallu employer des bagues de diverses longueurs; plusieurs ont atteint 0m 80 et se sont parfaitement comportées.

Des bagues spéciales, dont les deux cônes formaient un angle, ont servi à réaliser de petits changements dans la direction des conduites et facilité en beaucoup de cas les raccordements.

Un grand nombre de tuyaux portaient, à 0m 30 de leur extrémité, une tubulure de 0m 15 en tôle d'acier soudée, avec bride posée à chaud et collet rabattu, pour les branchements destinés à desservir les machines. Les brides, devant alors se rattacher aux canalisations des exposants par de simples joints plats, étaient percées de 10 trous.

Les coudes au quart et au huitième, les tés et les pièces formant points fixes furent établis en acier moulé. Mais, le travail d'alésage effectué sur ces pièces, pour les approprier à l'emploi des bagues biconiques, ayant mis à jour des soufflures, elles durent être partiellement rebutées, et, comme les aciéries demandaient un long délai, l'Administration résolut, après avis favorable du jury, de recourir à des pièces en fonte de fer, convenablement renforcées. Ces pièces firent, d'ailleurs, un très bon service.

Au point où le diamètre de la canalisation de vapeur se réduisait de 0m 250 à 0m 075, se trouvait une bride de raccordement avec tubulure de 75 millimètres. La conduite, au delà de cette tubulure, se composait de tuyaux à bride en acier doux, soudés à recouvrement; des tés en fonte intercalés permettaient les prises de vapeur.

Quant aux conduites d'échappement et de purge, elles étaient en fer soudé par rapprochement avec brides brasées.

Les supports à rouleaux, employés dans les bâtiments des chaudières et dans les galeries souterraines, consistaient en des pièces de fonte à patins ou à forme de corbeaux, armées d'oreilles à encoche dans lesquelles passait l'axe du rouleau. Des trous ovalisés donnaient le moyen d'en régler exactement le niveau, sans déplacer les boulons qui les fixaient à la charpente des bâtiments ou aux murettes en maçonnerie.

Des scellements en fer plat de 0m060 × 0m018 avaient été placés dans la maçonnerie de la voûte, pendant la construction des galeries

souterraines, pour porter les supports à deux branches. Ces supports se composaient d'une pièce verticale fixée, par sa partie supérieure, au scellement et d'une pièce transversale sur laquelle reposaient directement les tuyaux; la pièce verticale était pourvue, à sa base, d'une partie filetée qui permettait de régler la hauteur de la pièce transversale au moyen d'un écrou et d'un contre-écrou.

Comme joints compensateurs, MM. Muller et Roger ont adopté le type de presse-étoupes proposé par le service des installations mécaniques. Le frottement s'y faisait exclusivement entre des pièces de bronze. Avec les boîtes à étoupes, était fondue une patte très solide qui servait à les fixer aux ancrages scellés dans la maçonnerie des galeries. Ces appareils se trouvaient, en général, au débouché dans les chambres, de manière à être d'une visite et d'un entretien faciles. Sur certains points, où une bride à bouclier était utile en même temps qu'un joint compensateur, il a fallu un modèle spécial de boîte mixte.

Les vannes, entièrement en bronze au titre de la Marine française, étaient du système bi-valve cylindro-sphérique de la maison Muller et Roger. Pour la fabrication des vis de manœuvre, les constructeurs avaient employé du bronze spécial de haute résistance (45 kilogrammes à la rupture et 20 p. 100 d'allongement). La boîte portait, à sa partie inférieure et de chaque côté, un bossage avec trou fileté et fermé par un bouchon en bronze : sur l'un ou l'autre de ces orifices pouvait s'adapter un raccord, destiné à recevoir un tuyau qui reliait la vanne à un purgeur automatique; toujours le purgeur se plaçait vers l'arrivée de vapeur, pour qu'en cas de fermeture de la vanne, l'eau ne s'accumulât pas dans la partie de conduite en service. La jonction des vannes avec les tuyaux était faite par des joints biconiques.

En ce qui concerne les purgeurs automatiques, l'Administration adopta, d'accord avec les constructeurs, le système Geipel. Les purgeurs de ce type sont d'un fonctionnement simple et régulier; ils ont, en outre, l'avantage d'être peu encombrants et de pouvoir se mettre dans toutes les positions.

Les réservoirs ou bouteilles de purge avaient un diamètre de 0m 80 et une longueur de corps cylindrique de 0m 87. Ils étaient en tôle d'acier,

de la même qualité que pour les tuyaux. Le service des mines les soumettait à l'épreuve des récipients de vapeur, et ils recevaient le timbre de 12 kilogrammes. Des tubulures de 70 millimètres en acier forgé, rivées sur le corps cylindrique, servaient à l'arrivée de l'eau; d'autres tubulures doubles de 27 millimètres en bronze, prolongées par un tube plongeur, étaient reliées à un purgeur automatique; à la base, un robinet de 30 millimètres permettait la vidange à la main.

Pour les réservoirs collecteurs, le mode de construction était le même, et les tubulures de 0m25 avaient une fraisure destinée à la réception du joint biconique.

Aux points où le niveau des tuyauteries subissait un changement, étaient disposés des tés avec brides à bouclier, quand le raccord ne se faisait pas simplement par deux coudes en S.

Le marché prescrivait un enduit calorifuge sur toutes les conduites de distribution. Cette mesure s'imposait, non seulement pour diminuer les condensations, les pertes de vapeur et les risques d'accidents aux machines, mais aussi pour atténuer la radiation dans les galeries souterraines, dont la température, déjà très élevée, eût été insupportable sans cette précaution : en juillet, quand le thermomètre marquait au dehors 30 degrés, la température moyenne des galeries atteignit 65 degrés; elle monta même à 97 degrés, pour certaines branches en impasse, où l'aspiration des cheminées d'appel se faisait peu sentir et dont l'air se renouvelait difficilement.

Comme le développement des canalisations de 0m25 approchait de 3 kilomètres, le choix du calorifuge présentait une grande importance. Il fallait que ce produit fût à la fois efficace et économique; la pose devait aussi en être facile et rapide.

Les mastics calorifuges sont les moins coûteux; mais leur application demande beaucoup de temps et ne peut se faire que sur des conduites en charge. Or, au début de l'exploitation, alors que les tuyauteries n'étaient pas encore bien éprouvées, il aurait été très dangereux d'employer des ouvriers dans les galeries, où, d'ailleurs, la température rendait impossible tout séjour prolongé.

Dès l'origine, l'ingénieur en chef des installations mécaniques avait

considéré comme répondant le mieux aux circonstances un calorifuge préparé à l'avance en panneaux et s'enroulant autour des conduites. Après diverses expériences, l'Administration adopta un système breveté, exploité par MM. Grouvelle et Arquembourg, et basé sur l'emploi de papier ondulé d'un côté, lisse de l'autre, et convenablement ignifugé. Ce papier, étant enroulé à plusieurs tours, emmagasine une série de couches d'air qui empêchent les déperditions excessives de chaleur : quatre tours diminuent les condensations de 75 p. 100. L'ignifugeage avait lieu par l'immersion, pendant une demi-heure, des rouleaux de papier dans une dissolution de silicate de soude à 28° Baumé, additionnée de 5 kilogrammes de borax pour 100 litres; il se complétait par le badigeonnage de la spire extérieure avec une autre dissolution contenant 200 grammes de phosphate d'ammoniaque et 100 grammes de borax pour un litre d'eau. Afin d'éviter le contact direct du papier et de la tôle à température très élevée, l'Administration fit interposer entre les tuyaux et l'enveloppe une corde d'amiante de 4 millimètres de diamètre, enroulée suivant des spires de 0m 30 d'espacement. Dans les galeries souterraines, l'enveloppe était simplement fixée au moyen de fils de fer; dans les bâtiments des chaudières, où les tuyauteries restaient visibles, le papier fut recouvert d'une bande de toile peinte.

Ce calorifuge donna de très bons résultats. Son ignifugeage ne laissait, d'ailleurs, rien à désirer : des bougies ayant été oubliées sur l'enveloppe par les ouvriers qui travaillaient aux réparations, le papier se calcina sur place, mais sans aucune propagation du feu.

Pendant la période d'exploitation, la sécurité exigeait qu'en cas de fuite importante sur une conduite de distribution en charge, cette conduite pût être immédiatement isolée par la fermeture de la vanne de départ correspondante, c'est-à-dire par une manœuvre rapide ne nécessitant pas la descente dans les galeries souterraines.

A cet effet, un ouvrier se tenait en permanence à chaque collecteur-bouteille. Il avait sous les yeux un tableau schématique des canalisations alimentées et des machines desservies par ce collecteur.

5. *Quantités de vapeur amenées aux installations des exposants.* — Les

demandes de vapeur ont atteint les quantités suivantes par heur (non compris les groupes électrogènes) :

Groupes IV et V (Mécanique et électricité)	France (Classe des machines à vapeur)	10,000 kilogr.
	Allemagne	3,000
	Belgique	5,000
	États-Unis	3,000
	Grande-Bretagne	3,500
	Russie	1,000
	Suède	2,000
	Suisse	8,000
	Danemark, Italie, etc.	1,500
	TOTAL	37,000
Groupes VII et X (Agriculture et aliments)	France (Laiterie, classe du matériel des industries alimentaires, chocolaterie)	3,000
	Suisse	1.000
	TOTAL	4,000
Groupe XIV (Industrie chimique)	France (Fabrication de bougies, papeterie)	1,200
	Belgique	500
	TOTAL	1.700
	TOTAL GÉNÉRAL	42,700

5. **Machines motrices.** — La destination exclusive des machine motrices consistait à actionner les dynamos génératrices d'énergi électrique. Elles étaient intimement associées à ces dynamos et for maient avec elles des groupes électrogènes, faisant chacun l'objet d'u marché unique dans lequel le constructeur-mécanicien et le construc teur-électricien s'engageaient conjointement et solidairement. L'étud des groupes électrogènes trouvera plus naturellement sa place da le chapitre consacré aux installations électriques. Il suffit ici de donne quelques indications générales sur les machines motrices.

[illegible] appartenaient à 35 group

électrogènes. En voici la nomenclature par pays et, dans chaque pays, par ordre de puissance :

NUMÉROS DES GROUPES.	SECTIONS.	CONSTRUCTEURS.	TYPE DES MACHINES.	SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	FORCE ADMISE en CHEVAUX.
1	France....	Dujardin et Cie.	Horizontale compound, deux cylindres de troisième détente.	Tiroirs Corliss.	1,500
2		Delaunay-Belleville et Cie.	Verticale à triple expansion, deux cylindres de troisième détente.	Tiroirs cylindriques.	1,250
3		Société française de constructions mécaniques (anciens établissements Cail).	Verticale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss-Reynolds.	1,250
4		Société alsacienne de constructions mécaniques.	Verticale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss.	1,200
5		Crépelle et Garand.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss.	1,200
6		Compagnie de Fives-Lille.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss.	1,200
7		Société anonyme des établissements Weyher et Richemond.	Horizontale monocylindrique.	Tiroirs plans à papillons, dans les fonds.	1,000
8		Société anonyme des établissements Weyher et Richemond.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs plans à papillons, dans les fonds.	1,000
9		Paul et Augustin Farcot.	Horizontale monocylindrique.	Tiroirs Corliss.	850
10		Dujardin et Cie.	Horizontale compound tandem.	Tiroirs Corliss.	800
11		Société de Laval.	Deux turbines de 350 chevaux.	"	700
12		Piguet et Cie.	Horizontale monocylindrique.	Tiroir plan.	600
13		E. Garnier et Faure-Beaulieu.	Deux machines horizontales monocylindriques, de 400 et 135 chevaux.	Tiroirs Corliss.	535
14		Société des hauts fourneaux de Maubeuge.	Horizontale monocylindrique.	Soupapes à l'admission, tiroirs plans à l'échappement.	500
15		Société anonyme des établissements Weyher et Richemond.	Horizontale monocylindrique.	Tiroirs plans à papillons, dans les fonds.	500
16		Biétrix, Nicolet et Cie.	Horizontale compound tandem.	Soupapes.	350
17	Allemagne..	A. Borsig.	Verticale à triple expansion, deux cylindres de troisième détente.	Soupapes au petit cylindre, tiroirs Corliss aux autres.	2,230
18		Ateliers de machines de Nuremberg.	Verticale à triple expansion.	Soupapes.	2,000
19		Fabrique de machines d'Augsbourg.	Horizontale à triple expansion, deux cylindres de troisième détente.	Soupapes.	1,900
20		Ateliers de machines de Nuremberg.	Verticale à triple expansion.	Soupapes.	1,400
21	Autriche...	Ringhoffer.	Verticale à triple expansion, deux cylindres à haute pression.	Soupapes aux deux petits cylindres, tiroirs Corliss aux cylindres de détente.	1,600
22		Première société pour la construction de machines à Brünn	Horizontale compound, deux cylindres indépendants.	Soupapes.	910
23	Hongrie...	L. Lang.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Soupapes.	1,200
24	Belgique...	Société anonyme des ateliers de construction Bollinckx.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss.	1,000
25		Société anonyme Carels frères.	Horizontale compound tandem.	Soupapes.	1,000
26		Société des anciens ateliers Van den Kerchove.	Horizontale compound tandem.	Pistons-valves.	1,000
27	Grande-Bretagne.	Willans et Robinson, limited.	Verticale trigéminée, à triple expansion.	Piston-tige central.	2,400
28		Galloways, limited.	Verticale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss.	500
				A reporter.	31,575

demandes de vapeur ont atteint les quantités suivantes par heure (non compris les groupes électrogènes) :

Groupes IV et V (Mécanique et électricité).	France (Classe des machines à vapeur)	10,000 kilogr.
	Allemagne	3,000
	Belgique	5,000
	États-Unis	3,000
	Grande-Bretagne	3,500
	Russie	1,000
	Suède	2,000
	Suisse	8,000
	Danemark, Italie, etc	1,500
	TOTAL	37,000
Groupes VII et X (Agriculture et aliments).	France (Laiterie, classe du matériel des industries alimentaires, chocolaterie)	3,000
	Suisse	1,000
	TOTAL	4,000
Groupe XIV (Industrie chimique).	France (Fabrication de bougies, papeterie)	1,200
	Belgique	500
	TOTAL	1,700
	TOTAL GÉNÉRAL	42,700

5. Machines motrices. — La destination exclusive des machines motrices consistait à actionner les dynamos génératrices d'énergie électrique. Elles étaient intimement associées à ces dynamos et formaient avec elles des groupes électrogènes, faisant chacun l'objet d'un marché unique dans lequel le constructeur-mécanicien et le constructeur-électricien s'engageaient conjointement et solidairement. L'étude des groupes électrogènes trouvera plus naturellement sa place dans le chapitre consacré aux installations électriques. Il suffit ici de donner quelques indications générales sur les machines motrices.

Ces machines étaient au nombre de 37 et appartenaient à 35 groupes

électrogènes. En voici la nomenclature par pays et, dans chaque pays, par ordre de puissance :

NUMÉROS DES GROUPES.	SECTIONS.	CONSTRUCTEURS.	TYPE DES MACHINES.	SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	FORCE ADMISE en CHEVAUX.
1	France	Dujardin et Cie	Horizontale compound, deux cylindres de troisième détente.	Tiroirs Corliss	1,500
2		Delaunay-Belleville et Cie	Verticale à triple expansion, deux cylindres de troisième détente.	Tiroirs cylindriques	1,250
3		Société française de constructions mécaniques (anciens établissements Cail).	Verticale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss-Reynolds.	1,250
4		Société alsacienne de constructions mécaniques.	Verticale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss	1,200
5		Crépelle et Garand	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss	1,200
6		Compagnie de Fives-Lille	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss	1,200
7		Société anonyme des établissements Weyher et Richemond.	Horizontale monocylindrique	Tiroirs plans à papillons, dans les fonds	1,000
8		Société anonyme des établissements Weyher et Richemond.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs plans à papillons, dans les fonds	1,000
9		Paul et Augustin Farcot	Horizontale monocylindrique	Tiroirs Corliss	850
10		Dujardin et Cie	Horizontale compound tandem.	Tiroirs Corliss	800
11		Société de Laval	Deux turbines de 350 chevaux.	»	700
12		Piguet et Cie	Horizontale monocylindrique	Tiroir plan	600
13		E. Garnier et Faure-Beaulieu	Deux machines horizontales monocylindriques, de 400 et 135 chevaux.	Tiroirs Corliss	535
14		Société des hauts fourneaux de Maubeuge.	Horizontale monocylindrique	Soupapes à l'admission, tiroirs plans à l'échappement	500
15		Société anonyme des établissements Weyher et Richemond.	Horizontale monocylindrique	Tiroirs plans à papillons, dans les fonds	500
16		Biétrix, Nicolet et Cie	Horizontale compound tandem.	Soupapes	350
17	Allemagne	A. Borsig	Verticale à triple expansion, deux cylindres de troisième détente.	Soupapes au petit cylindre, tiroirs Corliss aux autres	2,230
18		Ateliers de machines de Nuremberg.	Verticale à triple expansion	Soupapes	2,000
19		Fabrique de machines d'Augsbourg.	Horizontale à triple expansion, deux cylindres de troisième détente.	Soupapes	1,900
20		Ateliers de machines de Nuremberg.	Verticale à triple expansion	Soupapes	1,400
21	Autriche	Ringhoffer	Verticale à triple expansion, deux cylindres à haute pression.	Soupapes aux deux petits cylindres, tiroirs Corliss aux cylindres de détente	1,600
22		Première société pour la construction de machines à Brünn	Horizontale compound, deux cylindres indépendants.	Soupapes	910
23	Hongrie	L. Lang	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Soupapes	1,200
24	Belgique	Société anonyme des ateliers de construction Bollinckx.	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss	1,000
25		Société anonyme Carels frères.	Horizontale compound tandem.	Soupapes	1,000
26		Société des anciens ateliers Van den Kerchove.	Horizontale compound tandem.	Pistons-valves	1,000
27	Grande-Bretagne.	Willans et Robinson, limited	Verticale trigéminée, à triple expansion.	Piston-tige central	2,400
28		Galloways, limited	Verticale compound, à cylindres indépendants.	Tiroirs Corliss	500
			A reporter		31,575

NUMÉROS DES GROUPES.	SECTIONS.	CONSTRUCTEURS.	TYPE DES MACHINES.	SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	FORCE ADMISE en CHEVAUX.
			Report		31,575
29	Grande-Bretagne.	Robey et Cie	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Soupapes pour l'admission, tiroirs plans pour l'échappement	500
30	Italie	Franco Tosi	Horizontale compound, deux cylindres de troisième détente.	Soupapes	1,200
31	Italie	Franco Tosi	Verticale à quadruple expansion.	Tiroirs cylindriques	600
32	Pays-Bas	Stork frères et Cie	Horizontale compound, à cylindres indépendants.	Soupapes	550
33	Suisse	Société des ateliers de construction mécanique Escher-Wyss et Cie.	Horizontale compound	Tiroirs Corliss	900
34	Suisse	Sulzer frères	Verticale compound géminée	Tiroirs rotatifs	400
35	Suisse	Em. Mertz	Verticale compound, 3 cylindres.	Tiroirs cylindriques	360
			Total		36,085

Ce tableau peut se résumer ainsi, en classant les pays par ordre de puissance totale de leurs machines :

PAYS.	NOMBRE de GROUPES.	NOMBRE de MACHINES.	PUISSANCE TOTALE EN CHEVAUX-VAPEUR indiqués.
France	16	18	14,435
Allemagne	4	4	7,530
Grande-Bretagne	3	3	3,400
Belgique	3	3	3,000
Autriche	2	2	2,510
Italie	2	2	1,800
Suisse	3	3	1,660
Hongrie	1	1	1,200
Pays-Bas	1	1	550
Totaux	35	37	36,085

La puissance moyenne des groupes et celle des machines considérées isolément étaient : 1° dans la section française, de 902 et de 802 chevaux; 2° dans les sections étrangères, de 1,140 chevaux; 3° dans l'ensemble, de 1,031 et de 975 chevaux.

Il est intéressant de comparer les installations de 1900 à celles de

nos précédentes expositions universelles. Cette comparaison donne les résultats suivants :

DATES DES EXPOSITIONS.	NOMBRE de MACHINES.	PUISSANCE MOYENNE DES MACHINES.	PUISSANCE TOTALE DES MACHINES.
		chevaux.	chevaux.
1867	52	16	854
1878	41	62	2,533
1889	32	166	5,320
1900	37	975	36,085

La puissance totale s'est sans cesse accrue : de 1889 à 1900, la progression a été énorme (578 p. 100). Cet accroissement continu est d'autant plus frappant que, sauf un léger relèvement en 1900, il a coïncidé avec une diminution constante du nombre des machines : la rapidité d'augmentation de la puissance unitaire dépassait encore celle de la puissance totale. On en est arrivé à des unités exigeant d'importantes immobilisations de capitaux et un outillage dont peu de constructeurs sont pourvus.

Quelques observations méritent de fixer l'attention, en ce qui concerne la nature et les conditions de marche des machines motrices fournies pour les groupes électrogènes de 1900, et plus généralement des machines exposées :

1° Presque tous les constructeurs ont employé la vapeur à la plus haute pression possible : c'est d'ailleurs après les avoir consultés que l'Administration avait fixé à 11 kilogrammes le timbre des chaudières.

Les autres réduisaient, au moyen de détendeurs, la pression à 7 ou 8 kilogrammes avant l'admission aux cylindres : tel était ordinairement le cas pour les machines monocylindriques figurant dans la section française.

2° La triple expansion, encore peu répandue en France, se développe beaucoup à l'étranger. Il en est de même pour la surchauffe de la vapeur.

3° Les vitesses moyennes imprimées aux pistons ont augmenté dans une notable proportion. Elles atteignaient 4^{m} 17 pour le groupe

électrogène de la Hongrie et 5ᵐ 40 pour une machine de torpilleur système Bonjour, exposée par MM. Schneider et Cie.

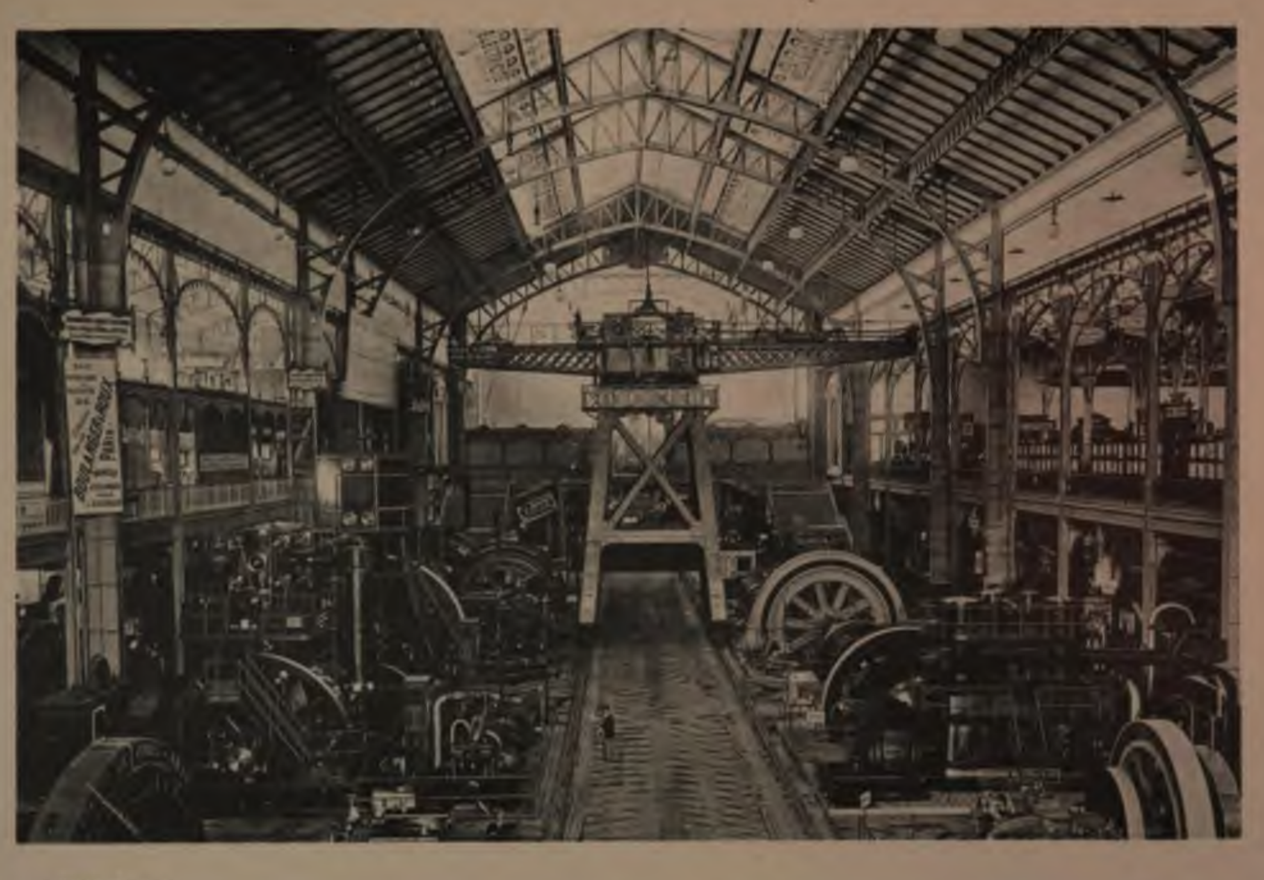
Tous les groupes électrogènes français étaient réunis au rez-de-chaussée du palais de l'Electricité, dans la galerie de 30 mètres contiguë à la cour des chaudières, côté La Bourdonnais. Ils occupaient deux bandes parallèles d'une largeur de 11ᵐ 60, séparées par un chemin de circulation de 7 mètres, et se trouvaient directement desservis par les conduites d'eau et de vapeur établies dans les galeries souterraines, en arrière des piliers de l'édifice. Au besoin, pour les machines horizontales demandant de grands espaces, la bande de 11ᵐ 60 voisine du palais de la Mécanique pouvait s'étendre vers ce palais.

Les groupes de l'Allemagne, de la Grande-Bretagne, de la Belgique et de la Suisse étaient disposés symétriquement aux groupes français, près de la cour des chaudières, côté Suffren. Toutefois l'établissement, dans cette partie du palais de l'Électricité, d'un pont roulant fourni par la maison Carl Flohr[1] avait exigé la création de deux voies de roulement contre les piliers de la galerie, obligé l'Administration à reporter les machines vers l'axe du bâtiment et entraîné la réduction du chemin central à 4ᵐ 20. Ces dispositions ne valaient pas celles de la section française : d'une part, les voies de roulement du chevalet Flohr séparaient les machines des galeries souterraines contenant les canalisations principales et, pour ménager le passage des branchements, il avait fallu asseoir ces voies sur des fondations compliquées et coûteuses; d'autre part, le chemin central à largeur restreinte n'offrait pas les mêmes facilités de circulation que le chemin de la galerie opposée, en cas d'affluence ou de panique.

Quant aux groupes des autres pays étrangers, ils étaient placés : pour l'Italie, dans le hall central du palais de l'Électricité; pour l'Autriche, la Hongrie et les Pays-Bas, dans les halls latéraux à la salle des Glaces.

Un emplacement avait été réservé, dans la section française, à

[1] Voir le chapitre de la manutention.



Phot. Larger

PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Galerie des groupes électrogènes français



Neurdein frères, Phot.

PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Galerie des groupes électrogènes étrangers

deux groupes secondaires qu'actionnaient des moteurs à gaz. Ces groupes, principalement destinés à la commande des appareils de levage avant et après l'Exposition, donnaient en outre les petites quantités de courant électrique nécessaires pendant les périodes d'arrêt des grandes unités.

Dans la même section, quelques constructeurs avaient été autorisés à tirer parti d'excédents de surfaces pour exposer, à côté de leurs groupes électrogènes, d'autres machines ne fournissant pas de force motrice.

Les emplacements des groupes électrogènes étrangers se rattachaient aux emplacements généraux dont étaient dotés les divers pays dans cette région des palais.

Pour la distribution du courant électrique alternatif, les surfaces à desservir avaient été divisées en régions dont chacune possédait sa ligne spéciale. Ces lignes étaient, par prudence, établies en double, c'est-à-dire composées de deux câbles identiques et suffisants pour qu'un seul d'entre eux pût, à la rigueur, assurer temporairement le service. A chaque ligne, l'Administration avait affecté deux ou même parfois trois machines, dont chacune pouvait alimenter, soit un seul câble, soit les deux dans le cas où la puissance le permettait. Si une machine venait à s'arrêter pour une cause quelconque, la machine de rechange était mise immédiatement en marche, ce qui évitait un arrêt dans la distribution du courant.

La réalisation de ce programme interdisait de brancher sur une même conduite de vapeur deux machines appelées à se servir de rechange. Il y avait là une règle absolue, dont le service des installations mécaniques eut soin de tenir compte dans l'étude de la répartition des prises de vapeur.

Aux termes des marchés, le travail d'installation des groupes électrogènes devait être commencé le 15 octobre 1899.

Dès le 19 septembre, les constructeurs furent avisés que le montage de la charpente métallique du palais était terminé et qu'ils pouvaient entreprendre leurs massifs de fondation. Malheureusement,

démontage après la fermeture, des arbres, de leurs manchons d'accouplement et des paliers, ainsi que de leurs accessoires.

Les arbres, tournés et polis, étaient en acier doux présentant une résistance à la rupture de 45 kilogrammes au moins par millimètre carré, avec 16 p. 100 d'allongement; leurs manchons d'accouplement devaient se trouver contre les supports et n'apporter aucune gêne au montage des poulies de commande.

Pour les paliers, le cahier des charges prescrivait le graissage automatique et l'emploi de dispositifs tels que la matière lubrifiante ne pût, en aucun cas, s'écouler sur les supports.

Sauf les circonstances de force majeure, pour lesquelles l'arrêt momentané de la dynamo motrice devait être demandé, le nettoyage des arbres et les opérations relatives au graissage ne pouvaient avoir lieu que pendant les heures de repos des machines.

Les poulies destinées à recevoir la puissance des dynamos motrices ou à transmettre le mouvement aux appareils exposés restaient en dehors de l'entreprise. Elles étaient fournies et posées, les premières par les constructeurs des dynamos et les dernières par les exposants. Les unes et les autres se composaient de deux pièces; leur fixation sur les arbres résultait exclusivement du serrage des boulons, les arbres demeurant exempts de tout plat et de toute rainure. M. Peltereau fils prêta gratuitement les courroies reliant les poulies des dynamos aux poulies d'attaque.

En vertu du marché, le prix du mètre courant de transmission a varié de 28 fr. 50 à 30 francs.

Aucun incident ne s'est produit ni dans l'installation ni dans le fonctionnement. Le réglage en hauteur des paliers a été obtenu au moyen de planchettes en chêne, interposées entre la plaque d'assise et la semelle de ces paliers; suivant le cas, il suffisait, soit de raboter la planchette pour l'amincir, soit d'ajouter des feuilles de carton. Ces dispositions, déjà appliquées avec succès en 1889, ont également réussi en 1900 : la période d'exploitation s'est complètement écoulée, sans que les boulons aient eu besoin d'être resserrés.

Le tableau suivant indique les longueurs des diverses transmis-

sions, le diamètre des arbres, le nombre des paliers et la force transmise :

DÉSIGNATION DES CLASSES OU SECTIONS.	LONGUEUR.	DIAMÈTRE		NOMBRE des PALIERS.	FORCE TRANSMISE (évaluation approximative).
		NORMAL.	AU DROIT DES POULIES de commande.		
	mètres.	millim.	millim.		ch.-v.
Classe 22 (3 lignes)........	75,60	80	100	27	100
Classe 65 (1 ligne).........	29,00	70	90	11	17
Classes 76 et 77 (2 lignes)..	86,70	80	100	29	40
Classe 78 (1 ligne).........	59,85	70	90	24	44
Classes 94 et 95 (1 ligne)...	27,20	80	100	10	25
Section britannique du gr. XIII (1 ligne)................	25,65	70	100	9	15
TOTAUX..........	304,00	....	....	110	241

Ainsi, les arbres établis par l'Administration ne transmettaient pas plus de 240 chevaux, chiffre représentant à peine 4 p. 100 de la puissance totale distribuée. Les classes et les sections étrangères avaient, il est vrai, installé elles-mêmes quelques arbres de transmission; mais, tout compte fait, la proportion restait encore limitée à 5 p. 100. Le vœu des organisateurs, de voir utiliser presque uniquement l'électricité comme agent de transport de l'énergie, était donc réalisé dans une mesure aussi large que possible.

Il ne sera pas inutile de rappeler qu'en 1867, 1878 et 1889, la longueur des arbres avait atteint respectivement 792, 2,176 et 1,360 mètres, et que la force transmise s'était élevée en moyenne à $1^{ch}1$, $1^{ch}1$ et $2^{ch}23$ par mètre courant. En 1900, les chiffres correspondants ont été de 304 mètres et $0^{ch}79$.

7. Moteurs à gaz. — Conformément à l'article 47 du Règlement général, l'Administration fournissait gratuitement le gaz d'éclairage nécessaire au fonctionnement des appareils exposés. La seule charge imposée aux exposants consistait dans l'établissement, à leurs frais, des branchements de prise sur les canalisations principales.

Le gaz ainsi consommé coûtait au budget de l'Exposition 0 fr. 15

par mètre cube, en vertu d'une convention passée avec la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, et revêtue, le 30 septembre 1898, de l'approbation du Ministre du commerce. Cette convention est analysée dans le chapitre relatif à l'éclairage par le gaz.

Parmi les exposants qui profitèrent des dispositions de l'article 47 du Règlement général, il y a lieu de citer au premier rang ceux de la classe 20 (machines motrices diverses). Comme les moteurs à gaz de ville étaient, en dehors des moteurs à vapeur et des réceptrices électriques, les seuls autorisés dans l'enceinte urbaine de l'Exposition, divers constructeurs, qui exposaient des machines à gaz pauvre, modifièrent leur réglage, afin de les faire fonctionner au gaz riche : c'est ainsi que, dans la section belge, le très gros moteur système Delamare-Deboutteville, construit par la société Cockerill de Seraing, put être mis en action au Champ de Mars; le fait était intéressant eu égard au développement rapide que prend l'emploi des moteurs de ce genre pour l'utilisation des gaz de hauts fourneaux.

Beaucoup d'autres classes et plusieurs sections étrangères se servirent de moteurs à gaz, tantôt pour actionner à leur compte de petites transmissions, tantôt pour produire du courant électrique en certains points où il n'était pas possible d'avoir d'autres sources d'énergie et où la nature du courant ne convenait pas aux besoins des exposants.

La consommation dans l'étendue de la section française fut de 200,786 mètres cubes, savoir :

Classe 11 (Typographie; impressions diverses).......	1,209 m. c.
Classe 20 (Machines motrices diverses)............	163,931
Classe 65 (Petite métallurgie)..................	553
Classe 74 (Appareils et procédés du chauffage et de la ventilation)...............................	2,889
Classe 75 (Appareils et procédés d'éclairage non électrique)......................................	6,390
Classe 78 (Matériel et procédés du blanchiment, de la teinture, de l'impression et de l'apprêt des matières textiles).................................	218
Classe 79 (Matériel et procédés de la couture et de la fabrication de l'habillement)..................	4,716
A reporter...............	179,906

	Report	179,906 m. c.
Classe 87 (Arts chimiques et pharmacie).	Collectivité du gaz	11,501
	Autres exposants	85
Classes 94-95 (Orfèvrerie. — Joaillerie et bijouterie).		761
Classe 97 (Bronze, fonte et ferronnerie d'art. Métaux repoussés)		793
Classe 111 (Hygiène)		5,931
Classe 117 (Génie militaire et services y ressortissant).		1,809
	TOTAL PAREIL	200,786

De leur côté, les sections étrangères ont dépensé, dans l'enceinte urbaine de l'Exposition, 49,613 mètres cubes, qui se répartissent de la manière suivante :

Section allemande (Groupe du matériel et des procédés généraux de la mécanique)	4,871 m. c.
Sections belge et britannique (Même groupe)	42,491
Section belge (Groupe de la décoration et du mobilier des édifices publics et des habitations)	148
Section des États-Unis (Groupe des instruments et procédés généraux des lettres, sciences et arts, et groupe des fils, tissus, vêtements)	2,103
TOTAL PAREIL	49,613

En y ajoutant la consommation des deux moteurs Charon de 60 chevaux, qui actionnaient les groupes électrogènes auxiliaires, soit 17,288 mètres cubes, on arrive à un total de 267,687 mètres cubes.

L'Administration a également mis à la disposition des exposants, dans l'annexe du bois de Vincennes, 2,567 mètres cubes se décomposant ainsi :

Section américaine	501 m. c.
Section suisse	2,066
TOTAL PAREIL	2,567

C'est, en définitive, un total de 270,254 mètres cubes qu'elle a dû payer, à raison de 0 fr. 15 le mètre cube.

Aux termes du règlement spécial concernant l'installation et le fonctionnement des appareils mécaniques, électriques et hydrauliques, les prises de gaz alimentant les moteurs devaient être munies d'un régulateur de pression dit *antifluctuateur,* de capacité suffisante pour éviter les trop grandes variations de pression dans les conduites. Quand ces récipients étaient formés de poches en caoutchouc, des grillages en fil de fer les protégeaient contre les dégradations qu'auraient pu leur causer les ouvriers manœuvrant des pièces ou circulant dans leur voisinage.

Le Commissariat général s'était réservé le droit de limiter la consommation d'après ses ressources. Il n'a point eu à user de ce droit. S'il n'a autorisé le fonctionnement du moteur Cockerill l'après-midi que de deux à quatre heures, c'est parce que l'insuffisance du volume des poches d'aspiration causait des dépressions dans la conduite et provoquait l'extinction des allumeurs d'autres machines branchées sur la même canalisation.

Trois explosions peu violentes se sont produites en cours d'exploitation : l'une a eu lieu dans le pot d'échappement d'un puissant moteur faisant partie des installations d'une annexe et n'a, d'ailleurs, occasionné que des dégâts matériels de faible importance; les deux autres sont résultées de l'inflammation, au contact de l'allumeur électrique d'un autre moteur, des gaz qui s'étaient accumulés sous le plancher par suite de circonstances non exactement déterminées.

Les moteurs à gaz alimentés aux frais de l'Administration n'étaient pas les seuls qui fonctionnassent dans l'enceinte de l'Exposition. Différents concessionnaires, ne bénéficiant point de l'article 47 du Règlement général, employaient des moteurs de cette nature pour la production de la force motrice dont ils avaient besoin : tels, par exemple, les concessionnaires du Stéréorama mouvant, dans le pavillon des attractions algériennes. La République Sud-Africaine avait pris le même parti, pour la mise en action d'une usine à traiter les minerais aurifères, dans l'un de ses pavillons du Trocadéro.

En pareil cas, les intéressés payaient directement leur consommation.

Parmi les dépenses imposées au service des installations mécaniques par l'usage du gaz, il y a lieu de mentionner celles de deux rampes établies le long des pans de fer dans les abris des chaudières, afin d'assurer l'éclairage des chaufferies après l'arrêt des groupes électrogènes et aussi afin de pourvoir à l'éventualité d'une extinction accidentelle de la lumière électrique.

La consommation de ces rampes s'est élevée à 75,743 mètres cubes, payés 0 fr. 20 le mètre cube.

Il avait fallu, d'ailleurs, créer une tuyauterie spéciale de distribution.

8. Distribution d'air comprimé. — L'air comprimé pouvant être utilement employé dans l'enceinte de l'Exposition, un traité fut conclu entre le Commissaire général et la Compagnie parisienne de l'air comprimé, pour en assurer la distribution et la fourniture, et approuvé, le 18 avril 1899, par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes. On en trouvera le texte *in extenso* aux annexes (pièce n° 39).

D'après les dispositions de ce traité, la compagnie s'engageait à établir, à ses frais, un réseau de conduites de distribution sur lesquelles se brancheraient les exposants et les concessionnaires, à l'entretenir et, plus tard, à retirer les canalisations posées ailleurs que dans les égouts de la ville.

Les conduites, d'un diamètre de 0^m^15 ou de 0^m^06, devaient être en fonte ou en fer, suivant leur grosseur, avec joints système Gibault, et se placer, soit en terre, soit dans les égouts et dans les galeries souterraines du service de la force motrice, quand l'Administration autoriserait ce mode de pose. Il appartenait aux exposants ou concessionnaires de faire leurs branchements; mais la compagnie seule pouvait exécuter les travaux jusqu'aux compteurs, après avoir soumis ses plans à l'approbation de l'ingénieur en chef des installations mécaniques.

Il était stipulé que la pression dans le réseau de distribution serait de 5 kilogrammes effectifs par centimètre carré.

La compagnie contractait l'engagement de fournir à l'Administration tout l'air comprimé dont elle aurait besoin et d'effectuer gratuitement cette fourniture jusqu'à concurrence de 200,000 mètres cubes d'air ramenés à la pression atmosphérique (33,000 mètres cubes, à la pression de 5 kilogrammes effectifs), le surplus étant payé 0 fr. 005 par mètre cube ramené de même à la pression atmosphérique. Elle mettait des compteurs à la disposition du Commissariat général, sans autre rémunération que les frais de pose et de dépose des appareils.

Pour les particuliers, le prix du mètre cube d'air à la pression atmosphérique était de 0 fr. 01 au maximum; la compagnie restait libre de consentir des réductions sur ce chiffre.

Les redevances dues par la société au budget de l'Exposition comprenaient : 1° une somme fixe de 2,500 francs, pour droit d'occupation du sous-sol; 2° une dîme de 10 p. 100 sur les recettes brutes provenant des fournitures d'air comprimé et des locations de matériel aux exposants et concessionnaires.

Voici quelle a été la longueur des diverses canalisations, non compris les branchements particuliers :

Canalisations	de $0^{m}15$ de diamètre	$1,697^{m}30$
	de 0 10	42 00
	de 0 08	1,110 55
	de 0 06	723 20
	de 0 04	314 00
	de 0 03	30 00

La consommation d'air ramené à la pression atmosphérique a atteint 6,633,707 mètres cubes, savoir :

Consommation de l'Administration.	Période d'Exposition	632,655 m. c.	649,983 m. c.
	Période postérieure	17,328	
	A reporter		649,983

Report..................	649,983 m. c.
Consommation des exposants..................	946,496
Consommation des concessionnaires.............	5,000,777
Consommation de la compagnie................	36,451
Total..................	6,633,707

9. Ventilation. — En 1889, la galerie des Machines avait été seule ventilée et tout s'était borné à une agitation restreinte de l'air au moyen de palettes montées sur les arbres de la transmission générale.

Les organisateurs de l'Exposition de 1900 résolurent de prendre des dispositions plus efficaces, d'exécuter les travaux nécessaires pour ventiler activement la salle des Fêtes, le palais de l'Agriculture et des Aliments, les galeries des groupes électrogènes et les halls contigus à la salle des Glaces.

Ces locaux mesuraient ensemble 1,478,000 mètres cubes. La ventilation en fut assurée par quarante appareils de divers systèmes, pouvant débiter 1,066,000 mètres cubes à l'heure, de telle sorte que le volume d'air total était renouvelé en une heure 20 minutes environ; elle se produisait, d'ailleurs, avec plus d'énergie dans la salle des Fêtes, les galeries des groupes électrogènes et les halls contigus à la salle des Glaces que dans le palais de l'Agriculture et des Aliments.

Pour la salle des Fêtes, l'Administration fit installer extérieurement, du côté de l'avenue de La Motte-Picquet, six ventilateurs soufflants, dont quatre ventilateurs ordinaires, montés par MM. Leroy et Cie, et deux ventilateurs avec réfrigérants, montés par M. Fouché.

Les ventilateurs du système Leroy avaient un diamètre de turbine de 2m 50 et pouvaient, à la vitesse de 200 tours par minute, débiter chacun 65,000 mètres cubes d'air en une heure, soit 18 mètres cubes en une seconde, sous une pression de 0m 070 d'eau. Ils étaient actionnés, au moyen d'une courroie, par un moteur électrique Gramme de 40 chevaux, auquel l'Administration envoyait du courant continu à 220+220 volts. Aspiré par les ouïes et refoulé à la périphérie du ventilateur, l'air arrivait d'abord à une chambre de raccordement, d'où

partaient trois conduits souterrains accolés, se réduisant à deux, puis à un seul, après un certain parcours; il suivait ces conduits et se répandait dans la salle par des orifices répartis sous les gradins des quatre amphithéâtres, ainsi que par une grande cuve centrale.

Quant aux ventilateurs du système Fouché, ils comprenaient un appareil soufflant de $1^m 60$ de diamètre et une chambre réfrigérante, dans laquelle l'air se rafraîchissait par son passage dans une atmosphère humide. Ils recevaient le mouvement d'une dynamo de six chevaux, branchée sur la ligne à courant continu de 220 + 220 volts, et refoulaient chacun, à la vitesse de 370 tours, 25,200 mètres cubes d'air à l'heure, soit 7 mètres cubes à la seconde, sous une pression de 25 millimètres d'eau, dans un conduit souterrain unique débouchant au-dessous des gradins, du côté de l'avenue de La Motte-Picquet.

Les galeries souterraines aboutissant aux amphithéâtres se raccordaient, à leur extrémité, avec des conduits verticaux qui s'élevaient à 1 mètre au-dessus du sol. Un panneau horizontal, surmontant l'ouverture de ces conduits à $1^m 50$ de distance environ, obligeait l'air à se répandre dans tous les sens et à se dégager ensuite à peu près uniformément dans la salle : 1° par des orifices munis de grillages, ménagés au travers de la paroi verticale des gradins; 2° par les motifs ajourés de l'enceinte du podium. Ces différents orifices présentaient ensemble une section totale d'échappement de $254^{mq} 20$; la vitesse moyenne de sortie de l'air ne dépassait pas $0^m 30$ par seconde.

D'un diamètre de $17^m 50$ et d'une profondeur de $1^m 50$, la cuve centrale servait de réceptacle à deux galeries souterraines, susceptibles d'être fermées par des trappes quand l'utilisation de la salle exigeait la pose de banquettes au-dessus de la cuve. Elle était couverte par un plancher à claire-voie. Ouvertes, les trappes s'appliquaient contre le plancher, empêchaient l'air de s'échapper verticalement et le répartissaient dans toute l'étendue de la cuve, d'où il sortait par les interstices du plancher. Ces interstices offrant un passage de 60 mètres carrés, la vitesse de sortie était de $0^m 20$ par seconde.

La salle des Fêtes mesurant 256,170 mètres cubes et les six ventilateurs fournissant 310,400 mètres cubes à l'heure, le renouvellement de l'air avait lieu en cinquante minutes.

Des expériences faites sur la température de la salle, lors des grandes fêtes de juillet, août et septembre, ont donné les résultats suivants :

DÉSIGNATION des CÉRÉMONIES OU FÊTES.	DATES.	HEURES des CONSTATATIONS.	TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE.	TEMPÉRATURE À LA SORTIE des BOUCHES.	TEMPÉRATURE DE LA SALLE.
Fête offerte aux ouvriers...	22 juillet......	4 h. 1/2 (fin de la fête)...	24° 0	22° 5	23° 0
Cérémonie de la distribution des récompenses.......	18 août.......	4 h. 1/2 (fin de la cérémonie)...............	28 1/4	25 0	27 1/4
Fêtes des maires.........	22 septembre...	3 h. 1/2 (commencement de la fête)............	21 5	19 8	21 0
		5 h. 45 (fin de la fête)....	20 5	19 8	22
	23 septembre...	3 h. 1/2 (commencement de la fête)............	24 5	23 0	23 5
		5 h. 1/2 (fin de la fête)..	24 5	23 0	25 0

Dans le palais de l'Agriculture et des Aliments, la ventilation était produite par vingt appareils, savoir :

1° Quatre appareils Emmanuel Farcot fils, installés extérieurement contre les pignons La Bourdonnais et Suffren;

2° Seize appareils Huglo, établis intérieurement, au-dessous du plancher des galeries de premier étage, et répartis en nombre égal entre la section française et les sections étrangères.

Les ventilateurs Farcot, du type à réaction, avaient un diamètre de 2 mètres et pouvaient, à la vitesse de 400 tours par minute, débiter chacun 54,000 mètres cubes d'air en une heure, soit 15 mètres cubes en une seconde, sous une pression de $0^{m}070$ d'eau. Ils étaient actionnés, au moyen d'une courroie, par un moteur électrique Postel-Vinay de 25 chevaux, auquel l'Administration envoyait du courant continu à 220+220 volts. Aspiré par les ouïes, l'air se trouvait refoulé dans trois conduits souterrains, réduits à deux, puis à un seul, après un certain parcours, et sortait, vers la partie médiane du palais, par trente-six groupes de quatre orifices, ménagés dans le plancher (dix-huit groupes pour la section française et dix-huit groupes pour les sections étrangères). Afin de ne pas incommoder les visiteurs par des courants d'air ascendant et aussi afin d'éviter le soulèvement des pous-

sières, le service des installations mécaniques avait recouvert chaque groupe d'orifices d'une banquette fixée au sol, dont les parois verticales en panneaux grillagés présentaient une section libre d'écoulement de $1^{mq}265$ et d'où l'air s'échappait horizontalement avec une vitesse de $1^{m}30$ à la seconde.

Pour les zones latérales, le long des façades côté de l'École militaire et côté du Champ de Mars, la ventilation était assurée par les appareils Huglo, consistant chacun en un déplaceur d'air à hélice de $0^{m}90$ de diamètre, qui, à la vitesse de 600 tours, pouvait débiter 18,000 mètres cubes à l'heure, soit 5 mètres cubes à la seconde, sous une pression de $0^{m}010$ d'eau. Une dynamo de 2 chevaux, alimentée par le courant continu de 220 volts, actionnait directement le déplaceur. Cette dynamo et le ventilateur étaient montés à l'extrémité d'un conduit d'aérage en bois de 1 mètre carré de section, fixé sous le plancher des galeries de pourtour du premier étage et prenant son origine au dehors par une ouverture pratiquée dans la façade. Le déplaceur aspirait l'air extérieur et le refoulait dans le palais.

Grâce à ces dispositions, l'édifice était entièrement aéré; il eût été impossible d'adopter une installation plus simple, eu égard à la très grande largeur de la nef. Le palais mesurant 988,400 mètres cubes et les vingt appareils fournissant 504,000 mètres cubes à l'heure, le renouvellement de l'air avait lieu en moins de deux heures. D'après les constatations faites à diverses reprises, la ventilation procurait, dans le voisinage des banquettes, un abaissement de 1° 1/2 à 2 degrés par rapport à la température extérieure; pour l'ensemble du palais, la température moyenne était sensiblement égale à celle du dehors.

Dans les galeries des groupes électrogènes et les halls contigus à la salle des Glaces, la ventilation était obtenue au moyen de 14 déplaceurs d'air, système Huglo, semblables à ceux du palais de l'Agriculture et installés de la même manière sous le plancher du premier étage. Ces appareils aspiraient l'air par des conduits en bois prenant leur origine sur les cours des chaudières.

Le volume à ventiler étant de 233,400 mètres cubes et les quatorze déplaceurs d'air fournissant 252,000 mètres cubes à l'heure, le renou-

vellement de l'air avait lieu en 55 minutes. Malgré la chaleur dégagée par la distribution de vapeur et par les machines, la température ne dépassait guère que de 1 degré celle du dehors.

Les travaux de terrassements et de maçonnerie, nécessaires pour les galeries souterraines, ont été confiés à MM. Grouselle et Cie, Berthier et Étienne, Versillé. La société ouvrière « Les Charpentiers de « Paris » a exécuté les conduits en bois, ainsi que certains ouvrages de menuiserie ou de charpente. Enfin la fourniture en location, le montage et le démontage des appareils ont fait l'objet de marchés, qui fixaient un prix par journée de marche de 13 heures (10 heures du matin à 11 heures du soir); le type de ces marchés est reproduit aux annexes (pièce n° 40).

10. Organisation du service de surveillance. — Le personnel de surveillance comprenait quatre ingénieurs, quatre inspecteurs, deux surveillants mécaniciens, trois chefs ouvriers et trois aides.

Chaque jour, un ingénieur et un inspecteur assuraient le service du côté La Bourdonnais; il en était de même du côté Suffren. L'un des deux surveillants mécaniciens se tenait à la disposition des deux ingénieurs. Ces agents, astreints à arriver longtemps avant l'allumage des chaudières et à ne partir qu'après l'arrêt des dernières machines, avaient un jour de repos sur deux.

L'équipe de six ouvriers se divisait en trois groupes composés d'un chef ouvrier et d'un aide. Ces trois groupes devaient être présents, l'un de 6 heures du matin à 5 heures du soir, un autre de 2 heures du soir à 1 heure du matin, le dernier de 11 heures du soir à 10 heures du matin. Il y avait donc simultanément deux groupes : 1° de 6 heures à 10 heures du matin, pour la visite des ingénieurs et l'examen des conduites de vapeur avant leur mise en fonctionnement; 2° de 2 heures à 5 heures de l'après-midi, au moment de la plus grande affluence des visiteurs; 3° de 11 heures du soir à 1 heure du matin, pour l'ouverture des trappes d'aération des galeries, la revue générale des canalisations de vapeur et la recherche des travaux d'entretien à y faire.

Avant de quitter le service à la fin de la soirée, chacun des ingénieurs rédigeait un rapport dans lequel il mentionnait les incidents de la journée, consignait les renseignements utiles pour le règlement des comptes avec les fournisseurs et indiquait, d'une manière précise, les réparations à effectuer pendant la nuit. Ce rapport était visé par le chef de chantier des entrepreneurs de canalisations, contresigné par l'ingénieur en chef et transmis au directeur général de l'exploitation.

Vers 7 heures et demie du matin, l'ingénieur en chef transmettait le service de l'un des groupes d'ingénieurs à l'autre groupe et donnait telles instructions que de droit.

11. Règlement sur l'installation et le fonctionnement des appareils mécaniques. — Le règlement du 20 novembre 1899 sur l'installation et le fonctionnement des appareils mécaniques, électriques et hydrauliques, que j'ai déjà cité et dont le texte figure aux annexes (pièce n° 32), comprenait divers chapitres relatifs : à la production, à la distribution et à l'emploi de la vapeur; à la transmission de la force motrice; à la fourniture et à la distribution du gaz d'éclairage; à la fourniture et à la distribution de l'air comprimé.

Il se terminait par des dispositions générales qui ne comportent pas de commentaire. Ces dispositions avaient pour objet principal de prévenir les accidents, de pourvoir à la sécurité des visiteurs, d'assurer l'hygiène et la propreté des galeries. Je me borne à signaler l'interdiction de mettre en mouvement dans l'enceinte urbaine de l'Exposition aucun moteur à pétrole, à essence, à air chaud, à gaz pauvre, ni aucun autre moteur analogue; les seuls moteurs autorisés étaient les dynamos réceptrices, les moteurs à gaz d'éclairage et les moteurs à air comprimé.

12. Dépenses. — Les dépenses se résument comme il suit :

Abris des générateurs de vapeur.............	236,246f 09c
Production de vapeur.....................	1,651,020 18
Carneaux de fumée.......................	238,412 39
A reporter............	2,125,678 66

Report	2,125,678f 66c
Cheminées	408,006 32
Canalisations de vapeur	460,783 96
Production de force motrice	365,511 96
Transmissions de mouvement	44,897 96
Canalisations et fournitures de gaz	63,111 29
Ventilation	202,496 70
Dépenses diverses	36,548 30
Total	3,707,035 15

CHAPITRE IV.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES[1].

1. Observations préliminaires. — L'Exposition universelle internationale de 1900 est, en France, la première manifestation de ce genre dans laquelle il ait été possible de recourir largement à l'énergie électrique, notamment pour la transmission de la force motrice. En 1889, la transmission par courants continus existait déjà, mais ses applications étaient encore trop récentes pour recevoir beaucoup de développement; quant aux courants alternatifs, leur emploi au même usage ne devait passer que plus tard dans le domaine de la pratique. De 1889 à 1900, la situation se modifia profondément; le champ d'action de l'électricité prit une extension considérable; diverses découvertes récentes purent être consacrées par l'expérience; les courants polyphasés conquirent leur place à côté des courants continus.

Ces progrès permirent d'apporter à la classification traditionnelle une modification capitale, de juxtaposer les machines productrices et les produits, de mettre partout les appareils en mouvement sous les yeux du public, d'animer les galeries et d'y répandre la vie. Plus de galerie des machines, plus de longues files d'arbres de transmission : des conducteurs semant la force sur leur trajet et des moteurs électriques disséminés pour la recueillir et la livrer.

En même temps, l'éclairage électrique allait se développer et concourir à l'énorme augmentation des emplois de l'électricité.

Aussi vit-on un gigantesque réseau de câbles étendre ses mailles sur toute l'enceinte de l'exposition urbaine, pénétrer jusqu'aux régions les plus excentriques du périmètre.

[1] Ainsi que je l'ai précédemment indiqué, les installations électriques relevaient de M. DELAUNAY-BELLEVILLE, directeur général de l'exploitation. Elles étaient confiées à M. Picou, ingénieur en chef, qu'assistaient deux ingénieurs, MM. Grosselin et Lorin.

2. Groupes électrogènes. — Comment produire tant d'électricité? Il n'existait à Paris aucune usine capable de la fournir ou consentant à accroître dans une mesure suffisante ses installations en vue de besoins essentiellement temporaires. L'Administration fut naturellement conduite à utiliser les plus puissantes machines exposées et à constituer, par leur réunion, une vaste usine.

Elle dut d'abord arrêter, d'accord avec le comité technique de l'électricité et avec celui des machines[1], les conditions générales auxquelles seraient soumises l'installation et l'exploitation des groupes électrogènes. Le texte de ces conditions est inséré aux annexes (pièce n° 41). En voici les clauses principales.

L'article premier portait que l'énergie électrique serait produite à l'aide de groupes électrogènes dont la machine à vapeur fonctionnerait à condensation et dont la dynamo génératrice s'attellerait directement sur l'arbre moteur, à l'exclusion de toute transmission par courroies, câbles, etc. Il réservait à l'Administration le droit de traiter, soit avec un seul fournisseur pour l'ensemble de chaque groupe, soit séparément avec le fournisseur de la machine à vapeur et avec celui de la machine génératrice de l'électricité.

Aux termes de l'article 2, la vapeur devait avoir, dans la conduite générale, une tension effective moyenne de 10 kilogrammes par centimètre carré, cette tension pouvant varier de 10 p. 100 en plus ou en moins. Le fournisseur du courant électrique était tenu de le livrer sur un tableau lui appartenant, sous une tension régulière ainsi définie :

Courant continu : 125, 250 ou 500 volts;
Courant alternatif : 2,200 volts, fréquence 50;
Courant triphasé : même voltage et même fréquence.

Il entrait dans la pensée de l'Administration d'affecter le courant continu aux régions les plus proches des machines et d'envoyer le courant alternatif vers les régions plus éloignées.

[1] Avis du comité technique de l'électricité en date du 4 août 1898 et avis du comité technique des machines en date du 5 août.

En fait, des dérogations furent apportées aux conditions générales pour le courant alternatif. Le Commissariat général accepta des machines à 3,000 et à 5,000 volts : il n'y avait pas d'inconvénients pratiques à admettre des tensions différant de 2,200 volts, pourvu que l'existence de plusieurs unités substituables l'une à l'autre assurât la certitude d'un service régulier. Quelques formes spéciales de courant, utilisables au moyen d'appareils appropriés, furent également acceptées par l'Administration.

Les machines étaient considérées comme objets exposés et soumises à l'examen du jury international; elles concouraient pour l'obtention des récompenses. Dès lors, leur fourniture devait être gratuite; seules, leur installation et leur exploitation donnaient lieu à des rémunérations, qui seront définies plus loin. (Art. 3.)

Conformément à l'article 4, le fournisseur installait ses machines suivant un plan accepté par le directeur général de l'exploitation, sur l'avis favorable des comités techniques des machines et de l'électricité, et annexé au marché. L'établissement des fondations et massifs de support était à sa charge. Pour les machines à vapeur, le constructeur faisait, à ses frais, le branchement nécessaire sur la conduite générale de vapeur installée par l'Administration et le munissait d'un robinet d'arrêt; il avait aussi à son compte les conduites de prise d'eau froide et d'évacuation d'eau chaude de la condensation, ainsi que les robinets d'arrêt à placer sur ces conduites, à leur jonction avec les conduites générales de l'Administration; ces branchements divers devaient être contenus dans des caniveaux reliés aux galeries souterraines où l'Administration aménageait ses canalisations générales. Pour les dynamos génératrices, le constructeur était tenu d'avoir un tableau portant les dispositifs usuels d'interruption et de protection, et des appareils de mesure agréés par l'Administration; des enregistreurs pouvaient lui être imposés; si la machine produisait du courant alternatif, il devait fournir et mettre en place dans les sous-stations de distribution les transformateurs nécessaires; l'Administration prenait le courant aux bornes du tableau du fournisseur.

La durée de la fourniture était celle de l'Exposition : 205 jours (du 15 avril au 5 novembre). Mais l'Administration pouvait prolonger cette

durée de 30 jours ou la réduire du même délai, sans que la rémunération allouée au titre des frais de premier établissement subît aucune modification. (Art. 5.)

En vertu de l'article 6, le directeur général de l'exploitation fixait la durée du travail journalier et la répartition des heures de travail dans le cours de chaque journée. Il établissait, entre les divers groupes électrogènes, un roulement de travail permettant d'obtenir une répartition aussi équitable que possible des périodes de marche ou de repos de chacun d'eux, de manière à faciliter les opérations courantes de visite, nettoyage et entretien des appareils, sans nuire à la régularité du service général. Les fournisseurs devaient mettre en tout temps à la disposition de l'Administration la puissance qu'ils se seraient engagés à produire.

L'Administration vérifiait par des essais, avec le concours des fournisseurs et à leurs frais, que les machines à vapeur et les génératrices électriques étaient capables de donner la puissance définie dans les marchés. Elle avait la faculté de renouveler à toute époque les essais. (Art. 7.)

Par application de l'article 8, le Commissariat général livrait gratuitement l'eau nécessaire à la condensation et la vapeur. Il allouait, en outre, aux constructeurs : 1° une somme destinée à les rémunérer d'une partie des frais de premier établissement; 2° une somme proportionnelle au nombre d'heures de marche et à la puissance normale pour laquelle la machine aurait été acceptée par l'Administration. La part contributive forfaitaire de l'Exposition aux frais de premier établissement était réglée sur les bases suivantes, par cheval indiqué :

DÉSIGNATION.	MACHINES À VAPEUR.	DYNAMOS.	ENSEMBLE.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Pour chacun des 1,000 premiers chevaux	9 95	4 08	14 03
Pour chaque cheval supplémentaire entre 1,000 et 1,500 chevaux	7 10	1 25	8 35
Pour chaque cheval supplémentaire au-dessus de 1,500 chevaux	5 20	0 95	6 15

Toutefois, l'allocation totale des groupes français ne devait pas dépasser 120,000 francs pour les machines à vapeur, 50,000 francs pour les dynamos, soit en tout 170,000 francs; la même limitation s'appliquait à l'ensemble des groupes étrangers; le cas échéant, les fournisseurs subissaient une réduction proportionnelle, de manière à respecter les maxima, sans que cette réduction pût dépasser 50 p. 100. Quant à la part contributive aux frais d'exploitation des groupes électrogènes, les conditions générales les fixaient comme il suit par cheval indiqué et par heure de marche :

DÉSIGNATION.	MACHINES À VAPEUR.	DYNAMOS.	ENSEMBLE.
Pour chacun des 1,000 premiers chevaux	0f 00840	0f 00707	0f 01547
Pour chaque cheval supplémentaire entre 1,000 et 1,500 chevaux	0 00382	0 00293	0 00675
Pour chaque cheval supplémentaire au-dessus de 1,500 chevaux	0 00288	0 00240	0 00528

L'Administration garantissait aux fournisseurs une durée de marche minimum de 500 heures.

L'article 9 déterminait les époques des payements, qui avaient lieu le 10 juillet, le 10 septembre et un mois après la fermeture de l'Exposition.

En exécution de l'article 10, les fournisseurs s'engageaient à commencer les fondations le 15 octobre 1899 et à justifier en même temps d'un état convenable d'avancement des machines dans leurs ateliers, faute de quoi l'Administration pouvait prononcer la résiliation du marché; les groupes devaient être prêts à fonctionner le 15 mars 1900.

Les articles 11, 12 et 13 fixaient les pénalités pour retard dans l'installation ou interruption de service. En cas de non-achèvement de l'installation pour le 15 mars, les fournisseurs subissaient sur les sommes qui leur seraient dues ultérieurement une retenue calculée : 1° pour la rémunération au titre des frais de premier établissement,

en multipliant le chiffre total de cette rémunération par le rapport entre le nombre des jours de retard et la durée de l'Exposition; 2° pour la rémunération au titre de l'exploitation, en déduisant pour chaque jour de retard l'allocation correspondant à sept heures de travail. Si les appareils n'étaient pas en état de service régulier le 15 mai 1900, l'Administration avait la faculté de résiliation, sans que les fournisseurs fussent tenus à des dommages-intérêts, mais aussi sans qu'ils pussent réclamer aucune indemnité ni aucun payement, même à titre de rémunération des frais de premier établissement. Dans le cas d'interruption, en dehors des heures de repos déterminées par le directeur général de l'exploitation, la retenue, pour le jour de cette interruption, était égale à l'allocation d'une journée de sept heures; si l'interruption dépassait dix jours, l'Administration prélevait sur la rémunération au titre des frais de premier établissement une seconde retenue calculée en multipliant cette rémunération par le rapport entre le nombre des jours d'interruption et la durée de l'Exposition.

A l'article 14 et à l'article 15 étaient inscrites des règles concernant la bonne tenue du personnel et le service médical.

Enfin, l'article 16 obligeait les fournisseurs à observer les règlements auxquels seraient soumis les exposants, ainsi que les prescriptions spéciales du directeur général de l'exploitation; il subordonnait les actions contentieuses susceptibles de naître entre l'Administration et les fournisseurs à l'examen préalable de trois personnes prises dans les comités techniques des machines et de l'électricité, et choisies, l'une par le Commissaire général, la seconde par le fournisseur, la troisième par les deux premières.

Ce code de l'installation et de l'exploitation des groupes électrogènes réduisait les marchés à une extrême simplicité. Tous furent d'ailleurs passés pour des groupes complets, sans division entre la machine à vapeur et la dynamo. (Voir le modèle aux annexes, pièce n° 42.)

Le constructeur-mécanicien et le constructeur-électricien s'engageaient conjointement et solidairement envers le Commissaire général

à construire dans leurs ateliers, à livrer, à monter et à faire fonctionner pendant la durée de l'Exposition un groupe d'une force définie en chevaux indiqués.

Ils se soumettaient aux conditions générales.

L'installation devait être conforme aux plans approuvés et conserver à la machine à vapeur ainsi qu'à la génératrice d'électricité les dispositions et proportions caractéristiques résultant du devis descriptif, qui restait joint au marché.

Il était formellement stipulé que la puissance admise par l'Administration, conformément à l'avis des comités techniques des machines et de l'électricité, et inscrite au contrat, servirait seule de base à l'application de ce contrat, notamment pour les règlements de comptes.

La plupart des grandes maisons de constructions mécaniques et électriques de France et de l'étranger tinrent à honneur de participer aux fournitures, malgré la modicité des rémunérations.

Trente-cinq groupes électrogènes furent ainsi installés. Ils étaient dans les sections respectives correspondant à la nationalité de la machine à vapeur. D'ailleurs, pour deux groupes seulement, la machine à vapeur et la machine dynamo-électrique appartenaient à des nationalités différentes.

Le tableau ci-après donne la nomenclature des trente-cinq groupes par sections et, dans chaque section, par ordre de puissance :

NUMÉROS.	SECTIONS.	CONSTRUCTEURS.		PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR INDIQUÉS.
		MOTEURS À VAPEUR.	MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.	
1	France	Dujardin et Cie	Schneider et Cie	1,500
2	France	Delaunay-Belleville et Cie	Maison Breguet	1,250
3	France	Société française de constructions mécaniques (anciens établissements Cail)	Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston	1,250
			A reporter	4,000

NUMÉROS.	SECTIONS.	CONSTRUCTEURS. MOTEURS À VAPEUR.	CONSTRUCTEURS. MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR INDIQUÉS.
		Report		4,000
4	France	Société alsacienne de constructions mécaniques.		1,200
5	France	Crépelle et Garand	Société nouvelle des établissements Decauville aîné	1,200
6	France	Compagnie de Fives-Lille.		1,200
7	France	Société anonyme des établissements Weyher et Richemond	Compagnie générale d'électricité de Creil	1,000
8	France	Société anonyme des établissements Weyher et Richemond	Société «Électricité et hydraulique»	1,000
9	France	Paul et Augustin Farcot.		850
10	France	Dujardin et Cie	Société «l'Éclairage électrique»	800
11	France	Société de Laval.		700
12	France	Piguet et Cie	Alexandre Grammont	600
13	France	E. Garnier et Faure-Beaulieu	Société des établissements Postel-Vinay	535
14	France	Société des hauts fourneaux de Maubeuge.		500
15	France	Société anonyme des établissements Weyher et Richemond	Compagnie générale électrique	500
16	France	Biétrix, Nicolet et Cie	Société «l'Éclairage électrique»	350
17	Allemagne	A. Borsig	Siemens et Halske	2,230
18	Allemagne	Ateliers de machines de Nuremberg.	Société d'électricité ci-devant Schuckert et Cie	2,000
19	Allemagne	Fabrique de machines d'Augsbourg.	Compagnie d'électricité Helios	1,900
20	Allemagne	Ateliers de machines de Nuremberg.	Société d'électricité ci-devant Lahmeyer et Cie	1,400
21	Autriche	Ringhoffer	Siemens et Halske	1,600
22	Autriche	Première société pour la construction de machines à Brünn	Ganz et Cie	910
23	Hongrie	L. Lang	Ganz et Cie	1,200
24	Belgique	Société anonyme des ateliers de construction Bollinckx	Société «Électricité et hydraulique»	1,000
25	Belgique	Société anonyme Carels frères	Société d'électricité ci-devant E. Kolben et Cie (1)	1,000
26	Belgique	Société des anciens ateliers Van den Kerchove	Compagnie internationale d'électricité	1,000
27	Grande-Bretagne	Willans et Robinson, limited	Siemens frères et Cie	2,400
28	Grande-Bretagne	Galloways, limited	Mather et Platt, limited	500
29	Grande-Bretagne	Robey et Cie.		500
30	Italie	Franco Tosi	Société d'électricité ci-devant Schuckert et Cie (2)	1,200
31	Italie	Franco Tosi	Société Bacini	600
32	Pays-Bas	Stork frères et Cie	Industrie électrotechnique	550
33	Suisse	Société des ateliers de construction mécanique Escher-Wyss et Cie	Ateliers de construction Œrlikon	900
34	Suisse	Sulzer frères	Ateliers de construction Œrlikon	400
35	Suisse	Em. Mertz	Société d'électricité Alioth	360
		TOTAL		36,085

(1) Dynamo autrichienne.
(2) Dynamo allemande.

Ces trente-cinq groupes constituaient donc une usine de 36,000 chevaux. La part proportionnelle de la France dans la puissance totale était de 40 p. 100; celle de l'Allemagne, de 21 p. 100; celle de la Belgique, de 8 p. 100; etc.

La nature du courant fourni par les machines dynamo-électriques, sa tension normale et la puissance disponible sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

NUMÉROS DES GROUPES.	CONSTRUCTEURS des MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.	NATURE DU COURANT.	TENSION NORMALE en VOLTS.	PUISSANCE DISPONIBLE en KILOWATTS.
1	Schneider et Cie	Triphasé à 50 périodes par seconde	3,000	825
2	Maison Breguet	Triphasé à 50 périodes par seconde	2,200	700
3	Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston	Triphasé à 25 périodes par seconde	5,000	700
4	Société alsacienne de constructions mécaniques	Continu	500	675
5	Société nouvelle des établissements Decauville aîné	Continu	250	675
6	Compagnie de Fives-Lille	Triphasé à 50 périodes par seconde.	2,200	675
7	Compagnie générale d'électricité de Creil.	Continu	250	560
8	Société «Électricité et hydraulique»	Triphasé à 50 périodes par seconde	2,200	560
9	Paul et Augustin Farcot	Diphasé à 42 périodes par seconde.	2,200	480
10	Société «l'Éclairage électrique»	Triphasé à 50 périodes par seconde	3,000	440
11	Société de Laval	Continu	250	400
12	Alexandre Grammont	Triphasé à 50 périodes par seconde.	2,200	340
13	Société des établissements Postel-Vinay	Continu	500	300
14	Société des hauts fourneaux de Maubeuge.	Continu	250	280
15	Compagnie générale électrique	Triphasé à 50 périodes par seconde	3,000	275
16	Société «l'Éclairage électrique»	Continu	250	200
17	Siemens et Halske	Triphasé à 50 périodes par seconde	2,200	1,250
18	Société d'électricité ci-devant Schuckert et Cie	Continu	500	400
		Triphasé à 50 périodes par seconde	5,000	700
19	Compagnie d'électricité Helios	Alternatif simple à 50 périodes par seconde	2,200	1,070
20	Société d'électricité ci-devant Lahmeyer et Cie	Continu	500	350
		Triphasé à 50 périodes par seconde	5,000	650
21	Siemens et Halske	Continu	500	900
22	Ganz et Cie	Triphasé à 50 périodes par seconde	2,200	510
23	Ganz et Cie	Triphasé à 42 périodes par seconde	2,200	675
24	Société «Électricité et hydraulique»	Triphasé à 42 périodes par seconde	2,200	560
	A reporter		....	15,150

NUMÉROS DES GROUPES.	CONSTRUCTEURS des MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.	NATURE DU COURANT. *	TENSION NORMALE en VOLTS.	PUISSANCE DISPONIBLE en KILOWATTS.
	Report.		....	15,150
25	Société d'électricité ci-devant E. Kolben et Cie	Triphasé à 50 périodes par seconde	3,000	560
26	Compagnie internationale d'électricité	Triphasé à 50 périodes par seconde	2,200	560
27	Siemens frères et Cie	Continu	500	1,350
28	Mather et Platt, limited	Continu	250	280
29	Robey et Cie	Continu	250	280
30	Société d'électricité ci-devant Schuckert et Cie	Continu	500	675
31	Société Bacini	Continu	500	340
32	Industrie électrotechnique	Continu	500	310
33	Ateliers de construction Œrlikon	Triphasé à 50 périodes par seconde	2,200	500
34	Ateliers de construction Œrlikon	Alternatif simple à 50 périodes par seconde	2,200	225
35	Société d'électricité Alioth	Continu	500	200
	Total			20,430

Ainsi, la puissance disponible totale, pour l'ensemble des groupes électrogènes français et étrangers, dépassait 20,000 kilowatts, même en tenant compte de ce que l'une des machines à vapeur n'était pas assez forte pour faire marcher à plein et simultanément les deux dynamos commandées par elle.

En totalisant les chiffres de puissance disponible pour les machines dynamo-électriques donnant un courant de même nature et d'égale tension, on arrive aux résultats suivants :

Courant continu à 250 volts	2,675 kilowatts.
Courant continu à 500 volts	5,500
Courant alternatif simple à 50 périodes par seconde et 2,200 volts	1,295
Courant diphasé à 42 périodes par seconde et 2,200 volts.	480
Courant triphasé à 25 périodes par seconde et 5,000 volts.	700
Courant triphasé à 42 périodes par seconde et 2,200 volts.	1,235
Courant triphasé à 50 périodes par seconde et 2,200 volts.	5,095
Courant triphasé à 50 périodes par seconde et 3,000 volts.	2,100
Courant triphasé à 50 périodes par seconde et 5,000 volts.	1,350
Total	20,430

Le fonctionnement des groupes électrogènes dans la galerie con-

struite pour les recevoir présentait un spectacle d'autant plus admirable que la plupart étaient presque silencieux.

Quelques-uns ont été immobilisés pendant un délai plus ou moins long, soit par suite de retards dans leur achèvement, soit par suite d'avaries survenues notamment lors des essais; il en est même qui se sont trouvés dans l'impossibilité de fournir un service utile. L'Administration en a éprouvé une gêne considérable au début de l'Exposition.

Les durées de marche des différents groupes ont varié de 289 à 1,534 heures; la moyenne a été de 715 heures pour les machines à courant continu et de 712 heures pour les machines à courant alternatif.

En dehors de ces groupes principaux, deux petits groupes secondaires, formés chacun d'un moteur à gaz de ville de 60 chevaux et d'une dynamo à courant continu (230 volts), ont été installés par la Société générale des industries économiques. Les moteurs à gaz étaient du système Charon et les dynamos du système de la Compagnie générale électrique.

L'Administration fournissait le gaz et l'eau nécessaires au fonctionnement des moteurs. Toutes les autres dépenses restaient à la charge du fournisseur, qui recevait une rétribution de 28,000 francs en quatorze payements mensuels, ainsi qu'une indemnité de 20 francs les jours où le service se prolongeait au delà de 7 heures du soir avant l'ouverture de l'Exposition ou de 11 heures du soir après l'ouverture.

Ces groupes secondaires assuraient la production des faibles quantités de courant nécessaires en dehors des heures de marche des grandes unités. Mais leur rôle principal a été de fournir, antérieurement à l'ouverture et postérieurement à la fermeture de l'Exposition, l'énergie consommée par les appareils de manutention du Champ de Mars : pont roulant, grue Titan, nombreuses petites grues électriques.

Grâce à leur autonomie et à la rapidité de leur mise en route, ils ont rendu les plus grands services, à la fois pour l'exploitation normale

et pour des besoins exceptionnels, tels que ceux de l'éclairage de nuit lors de la préparation des fêtes[1].

3. Distribution de l'électricité. — Dans l'étude de la distribution électrique, l'Administration a naturellement proportionné la distance de transmission du courant à sa tension.

Le courant continu produit directement par les groupes électrogènes était réservé aux palais du Champ de Mars et distribué sous 250 ou 500 volts.

On employait le courant alternatif sous 2,000 volts au pourtour extérieur des mêmes palais, au Trocadéro, sur les quais et berges près du pont d'Iéna, ainsi que dans la partie de l'Esplanade des Invalides voisine de la rue de Constantine.

Les quais et berges proches du pont de l'Alma, le Vieux Paris, une partie de la rue des Nations et de la rue de Paris recevaient le courant sous 3,000 volts.

Enfin, la tension de 5,000 volts était utilisée dans la rue des Nations et la rue de Paris à proximité du pont des Invalides, dans la partie de l'Esplanade des Invalides voisine de la rue Fabert, aux Champs-Élysées et à la porte de la Concorde.

Le courant continu, sous 500 volts, servait également à l'Esplanade des Invalides pour la force motrice et aux Champs-Élysées pour l'éclairage. Toutefois ce courant n'arrivait pas directement des groupes électrogènes; il provenait de la conversion de courants alternatifs triphasés, à 3,000 et à 5,000 volts, opérée dans des postes spéciaux au moyen de convertisseurs, dont deux affectés à l'Esplanade des Invalides et deux aux Champs-Élysées. Les postes de convertisseurs de l'Esplanade constituaient le point de départ de canalisations de courant continu venant, non du tableau général établi pour cette forme de courant, mais du tableau général de l'alternatif. Quant à ceux des Champs-Élysées, leur objet exclusif était l'éclairage; il n'y avait pas de

[1] Il y a lieu de mentionner aussi pour ordre un groupe installé par MM. Lacarrière et Cie dans le sous-sol du grand palais des Champs-Élysées. Ce groupe, destiné à l'éclairage des chantiers de construction des deux palais des Champs-Élysées, a continué à rendre des services pendant la période d'ouverture de l'Exposition.

canalisations générales; les circuits faisaient directement retour aux postes.

Toute la distribution du courant continu était faite, dans les palais du Champ de Mars, à trois conducteurs, sous la différence de potentiel de 250 et 500 volts. Diverses raisons avaient conduit à exclure la tension, si universellement connue et usitée, de 120 volts : la principale est que l'emploi de cette dernière tension eût exigé, soit une distribution à 5 fils, beaucoup trop compliquée pour une entreprise essentiellement temporaire, soit l'usage de conducteurs à sections très considérables et, par suite, une dépense excessive. D'ailleurs, le courant continu servant surtout à l'alimentation de nombreux moteurs et à celle des lampes à arc de l'éclairage public, les inconvénients du voltage de 250 étaient insignifiants en comparaison de l'économie qu'il procurait : c'est seulement dans un nombre minime de cas que la nécessité d'un voltage inférieur s'est imposée, et il a toujours été très facile de prendre les dispositions de détail propres à lever les difficultés.

Dans les palais des Invalides, la distribution du courant continu dû à la conversion du courant alternatif ne s'effectuait même qu'à 500 volts. Seule, la force motrice était alimentée par ce courant; l'éclairage se produisait par le courant alternatif.

Le courant alternatif était ramené à la tension d'emploi, 110 ou 220 volts, au moyen de nombreux transformateurs répandus sur toute la surface de l'Exposition, comme je l'indiquerai plus loin.

4. Canalisations électriques. — 1. *Câbles de jonction des groupes électrogènes aux tableaux généraux de distribution.* — Le courant issu des différentes sources était amené aux deux tableaux généraux par une canalisation en câbles isolés au jute, sous plomb et armés. D'après le cahier des charges (pièce annexe n° 43), les câbles pour courant alternatif devaient seuls recevoir une armure métallique, formée de deux rubans de fer enroulés en hélice. Mais, en fait, l'entrepreneur de la fourniture arma également les câbles pour courant continu, sans rémunération supplémentaire. Les câbles longeaient souterrainement les voies ferrées établies dans les galeries des groupes électrogènes.

Cette canalisation comportait 21 types de câbles à un, deux ou trois conducteurs. Son développement atteignait 15,036 mètres. La section totalisée des conducteurs était de 5,330 millimètres carrés.

C'est la Compagnie française des câbles électriques qui se rendit adjudicataire de la fourniture en location des câbles, ainsi que des boîtes de raccord et d'extrémité. Son entreprise comprenait l'amenée des câbles à pied d'œuvre, au bord des tranchées, la pose des boîtes de raccord et d'extrémité, l'entretien en bon état de service et d'isolement pendant la durée de l'Exposition, la dépose des boîtes, l'enlèvement des câbles chargés sur camions par les soins de l'Administration. Un entrepreneur spécial posait et déposait les câbles.

Malgré l'extrême difficulté de l'établissement d'une telle canalisation sur moins de 500 mètres, au milieu de l'encombrement des voies ferrées et des colis de toute nature, aucun défaut notable ne se manifesta en cours d'exploitation, et le service ne laissa rien à désirer de ce chef.

2. *Tableaux généraux de distribution.* — Deux tableaux généraux ont été installés, en arrière du Château d'eau, l'un pour toutes les machines de courant continu, l'autre pour les machines de courant alternatif. Ils avaient fait l'objet d'un concours, dont le programme figure aux annexes. (Pièce n° 44.)

Ce concours, ouvert entre les constructeurs spécialistes français, portait sur la fourniture en location, l'établissement, le démontage et l'enlèvement des tableaux. L'Administration se réservait de traiter, soit avec un seul constructeur pour les deux tableaux, soit avec deux constructeurs.

Des plans et coupes indiquaient les emplacements réservés aux tableaux. Ceux-ci devaient être disposés de telle sorte que le surveillant se tînt sur la face avant, où seraient les leviers de manœuvre et les appareils de mesure, et que les raccordements des câbles se fissent sur la face arrière, mais en ménageant une circulation défendue par des portes avec serrures.

Pour le tableau le plus dangereux, celui des courants alternatifs, le programme interdisait de placer à découvert sur la face avant aucune

pièce parcourue par le courant. Il prescrivait de prendre les précautions nécessaires pour protéger le personnel surveillant contre tout accident, de donner aux parties conductrices un isolement propre et indépendant de celui que pouvait fournir le panneau de marbre, d'attribuer à chaque panneau muni de ses appareils (mais sans raccordement de câbles) un isolement supérieur à 50 mégohms mesurés sous une tension d'au moins 100 volts, de disposer les fusibles de manière à ne jamais allumer d'arc permanent, de chambrer les parties où des étincelles pourraient prendre naissance par des cloisons incombustibles empêchant la transmission de l'étincelle à un conducteur voisin.

Pour le tableau des courants continus, les fusibles et les appareils où pouvaient se produire des étincelles étaient soumis aux mêmes conditions. En outre, les appareils placés sur la face avant devaient être disposés de manière à ne point occasionner, même accidentellement, de brûlures au personnel chargé de la manœuvre.

Les demandes d'admission au concours étaient examinées par une commission que présidait le directeur général de l'exploitation et qui comprenait le directeur des finances, le secrétaire général, ainsi que l'ingénieur en chef des services électriques. Sur l'avis de cette commission et la proposition du directeur général de l'exploitation, le Commissaire général arrêtait la liste des concurrents admis. Les projets et les soumissions devaient être ensuite déposés et jugés par un jury dont la composition était la suivante : le directeur général de l'exploitation, président; l'ingénieur en chef des services électriques; le président du comité technique d'électricité; le président de la deuxième sous-commission de ce comité (canalisation et éclairage) et un membre désigné par cette sous-commission; le vice-président, le rapporteur et le secrétaire du comité d'admission de la classe 23 (production et utilisation mécaniques de l'électricité). Enfin le Commissaire général statuait, et sa décision servait de base aux marchés définitifs.

Trois concurrents furent admis au concours. La Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force reçut la commande du tableau pour courant continu, au prix de 37,000 francs, et la Société indus-



Cie générale de travaux d'éclairage et de force

TABLEAU GÉNÉRAL DE DISTRIBUTION DU COURANT CONTINU

(Avant du tableau)





Phot. Cie générale de travaux d'éclairage et de force

TABLEAU GÉNÉRAL DE DISTRIBUTION DU COURANT CONTINU

(Arrière du tableau)

trielle des téléphones, celle du tableau pour courant alternatif, au prix de 27,000 francs. Ces deux tableaux remplirent très exactement le but qui leur était assigné.

Le tableau général du courant continu fut établi d'après le principe de la mise en parallèle des machines de même voltage sur les trois barres; les circuits qui en partaient pour la distribution de l'énergie étaient reliés aux mêmes barres. Chaque circuit comprenait les appareils de mesure, d'interruption et de sécurité, mais aucun appareil de réglage : en effet, le réglage était assuré par les agents conducteurs des machines, avec lesquels l'inspecteur chef du tableau se tenait constamment en rapport au moyen de communications téléphoniques. Il y avait dix-sept circuits d'arrivée de machines et dix circuits de départ; en cours d'exploitation, ce dernier nombre s'accrut de deux pour les besoins des sections allemande et suisse. Un panneau spécial portait les appareils généraux indiquant à tout instant le voltage de la distribution.

Quant au tableau général du courant alternatif, il était d'un modèle tout différent. Là, le principe consistait, au contraire, à éviter d'une manière absolue la mise en parallèle des alternateurs; car cette opération n'est possible que pour des groupes de machines à peu près identiques et remplissant certaines conditions spéciales. Aussi les dispositions suivantes avaient-elles été arrêtées pour la distribution à partir du tableau.

La surface à desservir était divisée en régions, dont chacune se trouvait pourvue d'une ligne spéciale. Des considérations de prudence avaient déterminé à établir les lignes en double, c'est-à-dire à les composer de deux câbles identiques et suffisants pour qu'un seul d'entre eux pût, à la rigueur, assurer temporairement le service. A chaque ligne était affecté un groupe de deux ou même parfois trois machines, dont chacune pouvait alimenter, soit un seul câble, soit les deux ensemble si la puissance le permettait. Le tableau comportait les appareils interrupteurs et commutateurs propres à assurer ces groupements, ainsi que les instruments de mesure destinés au contrôle de la marche, mais était

Quant aux câbles aériens, ils reposaient, par l'intermédiaire d'appuis en porcelaine, sur des traverses en bois fixées aux bâtiments.

Voici, résumés en un tableau, les principaux éléments du réseau de canalisation pour courant continu :

CIRCUITS.	LONGUEURS.	SECTIONS.	OBSERVATION.
	mètres.	millim. carrés.	
Palais de l'Agriculture et des Aliments (côté de l'avenue de La Bourdonnais)	650	90 à 300	Souterrain.
Palais de l'Agriculture et des Aliments (côté de l'avenue de Suffren)	510	90 à 300	Souterrain.
Salle des Fêtes	430	200	Souterrain.
Palais de l'Électricité (côté de l'avenue de La Bourdonnais)	345	100 à 200	Souterrain.
Palais de l'Électricité (côté de l'avenue de Suffren)	170	200	Souterrain.
Autres palais du Champ de Mars (côté de l'avenue de La Bourdonnais)	1,243 1,110	50 à 230 50 à 200	Souterrain. Aérien.
Autres palais du Champ de Mars (côté de l'avenue de Suffren)	1,507 995	50 à 230 50 à 200	Souterrain. Aérien.
Palais de l'Esplanade des Invalides (côté de la rue Fabert)	820	30 à 100	Souterrain.
Palais de l'Esplanade des Invalides (côté de la rue de Constantine)	640	30 à 100	Souterrain.
Jonction des deux postes de convertisseurs de l'Esplanade des Invalides	720	200	Aérien.

Longueur totalisée des câbles.. { Champ de Mars...... 18,005 mètres.
Esplanade des Invalides. 2,180

TOTAL.................... 20,185

Section totalisée des câbles... { Champ de Mars...... 4,220 mm. q.
Esplanade des Invalides. 400

TOTAL.................... 4,620

La canalisation du courant continu a été exécutée par la maison Vve Ch. Gibault, adjudicataire pour la fourniture en location, la pose et l'enlèvement. (Voir les cahiers des charges aux annexes, pièces nos 46, 47 et 48.)

5. *Canalisation de distribution du courant alternatif.* — Cette canalisation a été faite exclusivement en câbles isolés au jute, sous plomb et armés. Partant du tableau, elle portait l'énergie électrique jusqu'aux parties les plus reculées de l'Exposition. Les câbles étaient placés par deux ou par quatre, sur lit de sable, dans des tranchées de 0m40 de largeur et 0m50 de profondeur, convenablement remblayées après la pose.

Indépendamment des boîtes de jonction et de branchement, de types courants, l'Administration avait demandé aux constructeurs des boîtes accessibles, appartenant à des types peu usités dans les canalisations urbaines, mais utiles pour l'Exposition, spécialement des boîtes de coupure et des boîtes d'interversion. Les boîtes de coupure, dont les dispositifs pouvaient se manœuvrer même pendant que les câbles étaient en charge, permettaient de mettre hors circuit les parties avariées et limitaient au minimum les régions privées du service à la suite d'un accident. Quant aux boîtes d'interversion, elles donnaient le moyen d'assurer l'alimentation complète du réseau malgré un accident survenu à l'un des deux câbles principaux parallèles d'une ligne, en reportant toute la charge sur l'autre câble; de même que pour les boîtes de secours, la manœuvre s'effectuait sans interruption du courant. Ces boîtes ont été assez souvent utilisées, et l'expérience a justifié les mesures prises par l'Administration. Dans une exposition de pareille ampleur, la voirie ne peut arriver à son état définitif qu'après la cessation des arrivages, c'est-à-dire, en fait, après l'ouverture; les remaniements de pavage, les réfections d'empierrement, le cylindrage à vapeur, font courir aux canalisations des risques extrêmes et nécessitent inévitablement des réparations : grâce au doublement des lignes et à la pose de boîtes spéciales, ces réparations n'ont point apporté de trouble grave à l'exploitation.

Le tableau suivant indique en détail les régions desservies par les

diverses lignes, les longueurs de ces lignes, leurs sections et les dynamos affectées à leur service :

NUMÉROS des LIGNES.	RÉGIONS DESSERVIES.	LONGUEUR TOTALE des câbles.	SECTION TOTALISÉE des conducteurs.	DYNAMOS CORRESPONDANT AUX DIVERSES LIGNES.
		mètres.	mill. carrés.	
1	Pourtour du Champ de Mars.......... ..	5,577	300	Ateliers de construction Œrlikon. Compagnie d'électricité Helios.
2	Champ de Mars et Trocadéro (aval).......	3,419	590	Ateliers de construction Œrlikon. Grammont. Compagnie internationale d'électricité.
3	Champ de Mars et Trocadéro (amont).....	4,156	420	Siemens et Halske. Maison Breguet. Société «Électricité et hydraulique».
4	Quai d'Orsay. Bassin Alma-Iéna..........	3,166	180	Ganz et Cie. Société «Électricité et hydraulique.»
5	Rue des Nations et Cours-la-Reine (aval)..	6,424	240	Schneider et Cie. Société d'électricité ci-devant Kolben et Cie. Société «l'Éclairage électrique».
6	Champs-Élysées........................	4,273	180	Compagnie française des procédés Thomson-Houston. Compagnie générale électrique.
7	Rue des Nations et Cours-la-Reine (amont). Porte de la Concorde. Esplanade des Invalides (côté Fabert)...............	7,019	180	Société d'électricité ci-devant Lahmeyer et Cie. Société d'électricité ci-devant Schuckert et Cie.
8	Esplanade des Invalides (force motrice)....	1,506	180	Paul et Augustin Farcot. Compagnie générale électrique.
9	Esplanade des Invalides (côté Constantine).	4,430	480	Compagnie de Fives-Lille. Ganz et Cie.
	TOTAUX.............	39,970	2,750	

A la suite d'une adjudication infructueuse, quatre marchés (pièce annexe n° 49) ont été passés avec :

1° MM. Geoffroy et Delore, pour les lignes 1 et 2;

2° La Société alsacienne de constructions mécaniques, pour les lignes 3, 4 et 5;

3° La Société française des câbles électriques, pour les lignes 6, 7 et 8;

4° La Société industrielle des téléphones, pour la ligne 9.

L'entreprise comprenait l'amenée à pied d'œuvre du matériel, la surveillance de la pose des câbles, la confection des joints, le montage des boîtes, l'entretien en bon état de service et d'isolement, le démontage des joints et boîtes, la surveillance de la dépose des câbles et l'enlèvement du matériel.

M. Versillé, entrepreneur de terrassements et de maçonneries, était chargé, en vertu d'un autre marché, de la pose et de la dépose des câbles (ouverture des tranchées, fourniture du lit de sable, déroulement et pose des câbles amenés à pied d'œuvre par les fabricants, remblai de la tranchée, enlèvement des déblais en excès, blocage des pavés, réfection des chaussées à l'intérieur de l'enceinte, remise en état de viabilité provisoire pour les parties situées en dehors de l'enceinte, opérations inverses lors de la dépose). Le service de la voirie municipale exécutait au compte de l'Exposition les travaux de réfection des chaussées hors de l'enceinte.

6. *Transformateurs.* — Le courant de haute tension était ramené à la tension d'emploi (110 ou 220 volts), au moyen de transformateurs fournis par les constructeurs des dynamos à courant alternatif.

Par suite des circonstances, l'Administration avait dû faire les commandes relatives à ces appareils, avant que les projets d'éclairage fussent arrêtés dans leur détail et que les demandes d'abonnement eussent permis une supputation approchée du nombre nécessaire. Néanmoins ses prévisions se sont trouvées assez exactes : elle a reçu 298 transformateurs d'une puissance totale de 6,150 kilowatts et en a utilisé 246 d'une puissance de 5,310 kilowatts; l'écart de 52 constituait une réserve pour les rechanges.

Sur les 246 transformateurs employés, 140 l'ont été pour le service public et 106 pour les demandes des particuliers.

Les appareils de service public étaient répartis dans 45 postes principaux et 8 kiosques, disséminés sur toute la surface de l'Exposition. Chaque poste comportait deux compartiments : l'un, réservé à tout ce qui était sous une haute tension, ainsi qu'aux transformateurs, et accessible aux seuls agents de l'Administration; l'autre, destiné au départ des circuits pour les diverses entreprises d'éclairage public. Malgré l'apposition d'affiches signalant le danger de mort, il a été difficile de défendre l'accès des transformateurs; les portes en étaient fréquemment forcées pendant les premiers mois. Cependant aucun accident de personne n'est survenu.

Au cours de leur fonctionnement, les transformateurs n'ont donné

lieu qu'à très peu d'incidents, sans conséquence sérieuse : tous ces incidents résultaient du passage de l'eau au travers des toitures, lors des grandes averses de l'été.

La répartition des appareils sur les diverses lignes était la suivante :

NUMÉROS DES LIGNES.	NOMBRE des TRANSFORMATEURS.	PUISSANCE TOTALE des TRANSFORMATEURS.
		kilowatts.
1	15	430
2	41	850
3	60	960
4	22	305
5	21	790
6	Ligne de convertisseurs.	
7	58	1,200
8	Ligne de convertisseurs.	
9	29	775

Dans la statistique précédente ne figurent pas les transformateurs joints aux quatre groupes convertisseurs de l'Esplanade des Invalides et des Champs-Élysées[1].

5. Éclairage électrique. — 1. *Éclairage public.* — L'éclairage public comprenait : 1° l'éclairage journalier normal des voies de circulation; 2° celui de diverses galeries qui devaient rester ouvertes aux visiteurs pendant la soirée; 3° celui des locaux affectés à différents services, notamment au service postal et télégraphique; 4° les illuminations d'un certain nombre d'édifices, du Château d'eau, etc.; 5° un éclairage de secours et de surveillance fonctionnant toute la nuit ou, du moins, pendant les arrêts des machines.

[1] Les postes ont été construits par les soins du service d'architecture des installations générales. Ces postes, tantôt adossés aux murs des palais, tantôt dissimulés sous les paliers ou les volées des escaliers, soit intérieurs, soit extérieurs, tantôt isolés en plein air, étaient des plus simples (armatures en bois, remplissages en carreaux de plâtre, menuiserie en sapin, couverture en ardoises); un treillage rustique à losanges recouvrait les parois visibles. Bien que ne dépassant pas 42,000 francs environ, les travaux se divisaient en trois lots, dont deux adjugés à M. Altmeyer et le troisième à M. Pradeau.

En ce qui concerne l'éclairage des voies de circulation et des galeries, les quantités de lumière à fournir ont été calculées d'après les indications d'un plan général figurant par des teintes les éclairements désirables. Les valeurs extrêmes étaient de 2 et de 20 bougies décimales par mètre carré : de ces deux valeurs, la première correspondait à l'éclairage ordinaire des rues au moyen de lampes à arc, la seconde à un très brillant éclairage.

Le nombre des foyers étant déterminé dans une large mesure par les dispositions mêmes des emplacements à éclairer, ce fut en leur donnant une puissance appropriée que l'Administration parvint à réaliser ses vues.

Quatre types de lampes à arc, de 800, 600, 500 et 400 watts, furent seuls employés; encore l'usage des lampes de 600 watts présentait-il un caractère très exceptionnel. Le tableau suivant indique les intensités lumineuses de ces lampes (moyenne hémisphérique inférieure), en estimant à 50 p. 100 le coefficient d'absorption par les globes diffusants qui enveloppaient les foyers :

TYPES.	INTENSITÉ LUMINEUSE À FEU NU, en bougies décimales.	INTENSITÉ LUMINEUSE AVEC LE GLOBE, en bougies décimales.
800 watts	4,000	2,000
600 —	2,700	1,350
500 —	2,000	1,000
400 —	1,600	800

Établis sur ces bases, les éclairements des principaux espaces atteignaient les chiffres ci-après :

		BOUGIES DÉCIMALES PAR MÈTRE CARRÉ.
Jardins des Champs-Élysées		3.1
Palais des Invalides	Halls	10.5
	Bas côtés	8.0
	Galeries de pourtour intérieur	9.0
Palais de l'Horticulture		6.9
Galeries de pourtour intérieur du Champ de Mars		14.3
Palais de l'Électricité	Galerie des groupes électrogènes	13.5
	Salle centrale du premier étage	24.0
Palais de l'Agriculture et des Aliments	Nef	2.9
	Bas côtés	9.3
Salle des Fêtes		13.0

Au sujet des jardins, il y a lieu de remarquer que les ombres portées par les arbres enlèvent beaucoup de sa valeur à un chiffre déduit de l'hypothèse du libre rayonnement dans tout l'hémisphère inférieur de la lampe. Mieux vaut prendre comme caractéristique la surface éclairée par chaque foyer et l'importance de ce foyer : dans les jardins des Champs-Élysées, la répartition des lampes à arc de 500 watts correspondait à un foyer pour 250 mètres carrés.

Normalement et d'une manière générale, l'Administration pourvoyait à l'éclairage public des voies de circulation au moyen de l'énergie électrique fournie par ses usines. Toutefois, pour l'avenue nouvelle, le pont Alexandre III, les deux passages ménagés en arrière des culées de ce pont et le quai d'Orsay, au droit de l'Esplanade des Invalides, elle avait traité avec la compagnie du secteur des Champs-Élysées et avec celle du secteur de la Rive gauche. Cette partie des installations devait, en effet, subsister presque complètement après la clôture de l'Exposition, passer entre les mains du service municipal et continuer à être exploitée pour le compte de la ville par les compagnies des deux secteurs [1].

L'éclairage des locaux administratifs n'appelle aucune explication générale.

Il en est de même des illuminations.

Reste l'éclairage de secours et de surveillance. Afin de faciliter la surveillance des galeries pendant la nuit, l'Administration avait réparti 300 lampes de 16 bougies dans les palais du Champ de Mars et 105 lampes analogues dans les palais de l'Esplanade des Invalides, en les plaçant de préférence sur l'axe des voies de circulation; malgré leur espacement, ces lampes fournissaient une lumière suffisante pour qu'il fût impossible de suivre les galeries sans être aperçu; elles ont permis aussi d'effectuer de nuit une partie de la manutention des wagons dans des conditions satisfaisantes de sécurité. En outre, des considérations indépendantes de la surveillance avaient conduit à pourvoir quelques constructions d'un éclairage de secours, notamment la

[1] La direction de la voirie était, à titre exceptionnel, chargée de ces installations spéciales.

salle des Glaces et ses dégagements, ainsi que les chemins et passages de service dans les charpentes de cette salle, du Château d'eau et de la salle des Fêtes. Tout cet éclairage était assuré par le secteur de la Rive gauche, au prix de 0 fr. 40 le kilowatt-heure, entre minuit et 6 heures du soir, et de 0 fr. 80, entre 6 heures du soir et minuit, en vertu d'un contrat dont il sera parlé plus loin.

Voici, récapitulés en un tableau, le nombre des foyers, leur importance et les noms des entrepreneurs pour les différents services et les diverses régions[1] :

EMPLACEMENTS ÉCLAIRÉS.		LAMPES À ARC de 800 w.	LAMPES À ARC de 500 w.	LAMPES À ARC de 400 w.	LAMPES À INCANDESCENCE de 16 b.	LAMPES À INCANDESCENCE de 10 b.	ENTREPRENEURS des INSTALLATIONS ET DE L'ENTRETIEN.
1° ÉCLAIRAGE JOURNALIER DES VOIES DE CIRCULATION ET DES GALERIES.							
Champs-Élysées et pont Alexandre III.	Porte de la Concorde	»	»	12	»	1,388	Compagnie électro-mécanique.
	Jardins et avenue nouvelle	»	194	»	»	»	Compagnie électro-mécanique.
		»	20	»	»	»	Compagnie du secteur des Champs-Élysées.
	Pont Alexandre III	»	»	»	520	»	Compagnie électro-mécanique.
		»	12	»	»	»	Compagnie du secteur de la Rive gauche.
	Passages en arrière des culées du pont	»	6	»	»	»	Compagnie du secteur de la Rive gauche.
Esplanade des Invalides.	Quinconces, côté Constantine	»	34	»	»	»	Ch. Mildé fils et Cie.
	Palais, côté Constantine	158	310	»	600	»	Ch. Mildé fils et Cie.
	Allée centrale	»	50	»	»	»	Ch. Mildé fils et Cie, et A. et G. Martine.
	Palais, côté Fabert	156	20	»	»	»	A. et G. Martine.
	Quinconces, côté Fabert	»	34	»	»	»	A. et G. Martine.
	Quai d'Orsay	»	8	»	»	»	Ch. Mildé fils et Cie, et A. et G. Martine.
		»	8	»	»	»	Compagnie du secteur de la Rive gauche.
Quais et berges. Bassin Invalides-Alma.	Passerelle des Invalides	»	6	»	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Berge de rive droite	»	»	35	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Cours-la-Reine	»	70	»	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Grandes serres	»	80	»	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Serre du fond	10	»	»	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Berge de rive gauche	»	»	26	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Rue des Nations	»	73	»	»	»	Compagnie électro-mécanique.
	Passerelle de l'Alma	»	»	»	50	»	Compagnie électro-mécanique.
Quais et berges. Bassin Alma-Iéna.	Quai Debilly	»	»	70	»	»	A. et G. Martine.
	Passerelle	»	»	»	50	»	A. et G. Martine.
	Berge de rive gauche	»	»	53	»	»	A. et G. Martine.
	Quai d'Orsay	»	46	»	»	»	A. et G. Martine.
	Pont d'Iéna	»	12	»	»	»	A. et G. Martine.

[1] Les lampes de 600 watts, exceptionnellement employées, sont confondues dans ce tableau avec celles de 500 watts, dont elles ne diffèrent que par le réglage des rhéostats.

IMPRIMERIE NATIONALE.

EMPLACEMENTS ÉCLAIRÉS.	LAMPES À ARC			LAMPES À INCANDESCENCE		ENTREPRENEURS des INSTALLATIONS ET DE L'ENTRETIEN.
	de 800 w.	de 500 w.	de 400 w.	de 16 b.	de 10 b.	
1° ÉCLAIRAGE JOURNALIER DES VOIES DE CIRCULATION ET DES GALERIES (*Suite*).						
Champ de Mars.. — Allées de pourtour extérieur.	»	62	»	»	»	Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force, et Société «l'Éclairage électrique».
Champ de Mars.. — Galeries du pourtour intérieur.	»	316	125	»	»	A. et G. Martine.
Champ de Mars.. — Salon des industries de la confection	»	»	»	»	300	Ch. Mildé fils et Cie.
Champ de Mars.. — Galeries Rapp et Desaix	»	104	»	»	»	A. et G. Martine.
Champ de Mars.. — Groupes électrogènes français.	»	48	74	»	»	A. et G. Martine.
Champ de Mars.. — Groupes électrogènes étrangers	»	48	74	»	»	A. et G. Martine.
Champ de Mars.. — Salle centrale de l'étage du palais de l'Électricité	»	112	»	»	»	H. Beau.
Champ de Mars.. — Sous cette salle	»	18	34	30	»	Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force.
Champ de Mars. — Cours des chaudières	»	»	32	»	»	A. et G. Martine.
Champ de Mars. — Salle des Glaces	»	12	4	»	2,930	A. et G. Martine.
Champ de Mars. — Palais de l'Agriculture et des Aliments — côté La Bourdonnais.	18	122	»	»	»	Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force.
Champ de Mars. — Palais de l'Agriculture et des Aliments — côté Suffren.	18	122	»	»	»	Société «l'Éclairage électrique.»
Champ de Mars. — Salle des Fêtes	8	40	»	»	800	Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force.
Andalousie au temps des Maures (Trocadéro)	»	2	16	»	233	Société «l'Éclairage électrique.»
2° ÉCLAIRAGE DE LOCAUX DIVERS.						
Pavillon de la Presse	»	»	»	100	150	A. et G. Martine.
Bureaux des postes et télégraphes	»	10	»	241	»	A. Cance.
Kiosques à musique	»	»	»	»	683	Divers.
3° ILLUMINATIONS.						
Rue de Paris	»	»	»	»	750	H. Beau.
Grandes serres	»	»	»	»	4,753	Mijois et Cie.
Serre du fond	»	»	»	»	706	Mijois et Cie.
Palais de l'Économie sociale et des Congrès	»	»	»	»	600	Société ouvrière «L'Avenir».
Passerelle de l'Alma	»	»	»	300	»	H. Beau.
Palais des Armées de terre et de mer	»	»	»	1,794	»	A. et G. Martine.
Palais de la Navigation de commerce	»	»	»	»	885	A. et G. Martine.
Palais des Forêts, de la Chasse, de la Pêche et des Cueillettes	»	»	»	»	1,215	A. et G. Martine.
Palais de l'Éducation et de l'Enseignement. Palais des Mines et de la Métallurgie	»	»	»	»	2,172	Mijois et Cie.
Château d'eau	86	»	»	»	8,000	Vedovelli et Priestley.
Palais de l'Électricité, de la Mécanique et de l'Industrie chimique. Château d'eau	20	»	»	»	4,994	H. Beau.
Jardins du Trocadéro et du Champ de Mars	»	»	»	»	5,000	H. Beau.
4° ÉCLAIRAGE DE SECOURS ET DE SURVEILLANCE.						
Esplanade des Invalides	»	»	»	105	»	Divers.
Champ de Mars	»	»	20	510	»	Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force.
TOTAUX	474	2,299	575	4,300	35,559	
	3,348			39,859		

Ainsi, l'ensemble des foyers d'éclairage public formait un total de 3,348 lampes à arc et 39,859 lampes à incandescence, dont l'alimentation simultanée exigeait une puissance de 3,698 kilowatts, représentant 6,568 chevaux-vapeur indiqués. A cette consommation s'ajoutait celle de nombreux abonnements particuliers d'éclairage et de la force motrice qui restait en action aux heures d'éclairage.

Pour l'alimentation des lampes énumérées au tableau précédent, l'Administration a fait en sorte d'employer exclusivement des conducteurs souterrains ou invisibles. Cette mesure s'imposait dans l'intérêt du caractère décoratif de l'Exposition, auquel des lignes aériennes apparentes auraient porté une grave atteinte.

La fourniture en location, la pose, le service journalier, l'entretien et l'enlèvement des canalisations ainsi que des lampes d'éclairage public se répartissaient entre de nombreux entrepreneurs. Sauf pour les installations confiées aux deux compagnies des secteurs, dans la région de la nouvelle avenue et du pont Alexandre III, et pour celles du Château d'eau, les entreprises étaient soumises à un cahier des charges uniforme. (Pièce annexe n° 50.) Ce cahier des charges déterminait les précautions à prendre afin d'éviter tout danger d'incendie aux tableaux, spécifiait les appareils de sûreté à leur adapter, fixait la structure des câbles, prescrivait de munir d'un coupe-circuit fusible chacun des conducteurs de toute dérivation parcourue par un courant égal ou supérieur à 5 ampères sous 125 volts ou à 3 ampères sous une tension supérieure, limitait au tiers l'absorption de la lumière par les globes des lampes à arc, obligeait les entrepreneurs à placer au-dessous des globes et cendriers un filet métallique à mailles serrées, et contenait les autres dispositions d'usage en la matière.

Deux marchés furent passés : 1° l'un, avec la compagnie du secteur des Champs-Élysées, pour l'éclairage de l'avenue nouvelle par 20 foyers à arc, sur candélabres de $5^{m}50$ de hauteur; 2° l'autre, avec la compagnie du secteur de la Rive gauche, pour l'éclairage du pont Alexandre III par 12 arcs sur candélabres de $5^{m}50$, des deux passages en arrière des culées du pont par 6 arcs suspendus à des consoles en fer, du quai d'Orsay aux abords du pont par 8 arcs sur candélabres de $4^{m}50$. Aux termes de ces contrats, revêtus, le 1er mars 1900,

de l'approbation du Commissaire général, l'Administration fournissait et faisait mettre en place les candélabres et les lyres. Les compagnies fournissaient et installaient à leurs frais les canalisations, les transformateurs, les lampes et les globes; elles étaient chargées de fournir l'énergie électrique et les charbons, d'entretenir tous les appareils et, au besoin, de les remplacer; le Commissariat général mettait à leur disposition, dans le grand Palais et dans les dépendances du pont Alexandre III, des emplacements destinés aux postes de transformateurs; elles recevaient 8 francs par an pour l'entretien d'un candélabre avec ses accessoires et 0 fr. 30 par heure de fonctionnement pour l'alimentation et l'entretien d'un foyer. Des conventions entre les mêmes compagnies et la ville de Paris fixaient, d'autre part, les obligations réciproques après la clôture de l'Exposition.

Quant aux effets de lumière du Château d'eau, ils avaient fait l'objet d'un concours; mais le cahier des charges générales leur était, au moins partiellement, applicable.

2. *Eclairage privé.* — L'Administration prévoyait que la plupart des concessionnaires préféreraient la lumière électrique à toute autre; mais elle ne pouvait apprécier par avance la quantité probable sur laquelle porteraient les demandes. Bien que se réservant de fournir au besoin l'énergie à l'aide de ses propres ressources, elle engagea, dès 1898, des pourparlers avec les compagnies électriques concessionnaires de la ville de Paris, et plus particulièrement avec celles du secteur des Champs-Élysées et du secteur de la Rive gauche, qui possédaient des canalisations autour de l'enceinte et qui étaient, dès lors, en mesure d'y pénétrer facilement, sans grandes dépenses. Ces sociétés avaient, d'ailleurs, de puissants moyens de production dans des usines d'une exploitation beaucoup plus facile que celle des groupes électrogènes de l'Exposition.

Deux conventions à peu près identiques intervinrent, l'une le 28 juin 1899, l'autre le 4 juillet de la même année, entre le Commissaire général et les compagnies des secteurs de la Rive gauche et des Champs-Élysées. Elles furent respectivement approuvées par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, le 12 juillet et le 3 août 1899. (Voir aux annexes, pièces nos 51 et 52.)

Aux termes des contrats, chacune des sociétés prenait l'engagement de fournir de l'électricité pour les besoins de l'Administration ou des particuliers dans la limite d'une puissance utile de 800 kilowatts. Elles devaient établir les canalisations nécessaires en câbles souterrains armés, relier par des branchements leurs câbles principaux aux installations intérieures, placer des transformateurs appropriés, fournir le cas échéant des compteurs, entretenir le tout en bon état, procéder à la dépose et à l'enlèvement après l'Exposition. J'ai dit précédemment les prix auxquels l'Administration recevait l'énergie des secteurs. Pour les particuliers, le prix de l'énergie électrique employée à la force motrice était de 0 fr. 05 l'hectowatt-heure; celui de l'énergie employée à l'éclairage, de 0 fr. 10 l'hectowatt-heure, jusqu'à ce que la consommation atteignît 800 fois la capacité horaire du compteur, et de 0 fr. 05 au delà de cette limite; l'Administration prélevait, à titre de redevance, 7 1/2 p. 100 de la recette brute correspondant à la vente de chaque secteur aux particuliers, tant que cette recette ne dépassait pas 250,000 francs, et 10 p. 100 de la recette supplémentaire. Les conventions fixaient les prix de pose, de location, d'entretien et de dépose des branchements; elles déterminaient également les prix de location et d'entretien des compteurs fournis par les compagnies, ainsi que ceux d'entretien des compteurs fournis par les abonnés.

La limite de 800 kilowatts fut élevée à 1,600 kilowatts pour le secteur de la Rive gauche, en vertu d'un avenant approuvé par le Ministre le 30 octobre 1899.

Cette combinaison a donné d'excellents résultats. Beaucoup de concessionnaires ont été desservis par les secteurs. La compagnie de la Rive gauche a eu 119 abonnements; celle des Champs-Élysées, 42.

Pour assurer leurs services, les compagnies avaient immobilisé le matériel suivant :

SECTEURS.	CÂBLES de HAUTE TENSION.	TRANSFORMATEURS.	
		NOMBRE.	PUISSANCE.
	mètres.		kilowatts.
Secteur de la Rive gauche	4,000	120	2,600
Secteur des Champs-Élysées	2,453	75	900
TOTAUX	6,453	195	3,500

Le secteur des Champs-Élysées comptait, en outre, dans ses abonnements des moteurs électriques pour 79 chevaux-vapeur; il a donc sensiblement dépassé la limite assignée à ses engagements. Quant au secteur de la Rive gauche, il est allé bien au delà; la compagnie d'électricité Helios lui a, d'ailleurs, prêté un très utile concours, en mettant à sa disposition, conformément à un accord revêtu le 11 mai 1900 de l'approbation ministérielle, l'excédent d'énergie électrique qu'elle produisait dans la galerie des groupes électrogènes et que l'insuffisance du groupe de rechange rendait inutilisable pour le Commissariat général[1].

Dans les régions que n'atteignaient pas les réseaux des deux compagnies, les abonnés ont été rattachés aux canalisations de l'Administration. Les branchements étaient établis, aux frais des abonnés, par les entrepreneurs de ces canalisations, suivant une série de prix jointe aux marchés desdits entrepreneurs. Il appartenait aux abonnés de fournir leurs compteurs, sous le contrôle de l'Administration, qui percevait une taxe de vérification de 20 francs par appareil. Le Commissariat général leur livrait l'énergie électrique aux mêmes prix que les secteurs. (Voir aux annexes, pièce n° 53, le modèle de police d'abonnement et, pièce n° 54, les conditions d'acceptation des compteurs.)

Le nombre des abonnés de l'Administration a été de 234; celui des polices, de 257, dont 223 pour l'éclairage et 34 pour la force motrice. Il est impossible de savoir exactement combien de lampes étaient, de la sorte, alimentées par les groupes électrogènes de l'Exposition; des variations incessantes s'opposaient à ce dénombrement. Mais on peut avoir une approximation suffisante d'après la capacité des compteurs, que les abonnés avaient intérêt à ne pas exagérer, eu égard aux conditions des polices, et qu'ils ont certainement utilisée à 75 p. 100 au moins.

Cette capacité était de 2,701 kilowatts pour l'éclairage et de 334 kilowatts pour la force motrice.

(1) Les recettes correspondantes du secteur faisaient l'objet d'un compte spécial et donnaient lieu au payement d'une redevance de 30 p. 100 du produit brut, au profit de l'Exposition.

Au total, le service particulier auquel ont pourvu l'Administration et les secteurs se résume ainsi :

DÉSIGNATION.	NOMBRE D'ABONNÉS.	PUISSANCE DES INSTALLATIONS.		RECETTE MOYENNE PAR ABONNÉ.
		ÉCLAIRAGE.	FORCE MOTRICE.	
		kilowatts.	kilowatts.	francs.
Administration	234	2,000	250	1,913
Secteur de la Rive gauche	119	2,400	"	7,986
Secteur des Champs-Elysées	42	900	80	9,622
TOTAUX	395	5,300	330	MOYENNE : 4,562f
		5,630 kilowatts.		

C'est l'Administration qui desservait le plus grand nombre d'abonnés. Mais sa recette moyenne par abonnement était très inférieure à celle des secteurs. Elle avait, en effet, une clientèle de consommateurs disséminés dans les galeries et ne possédant en bien des cas qu'un nombre minime de lampes. Les secteurs, au contraire, comptaient parmi leur clientèle de grands établissements isolés dans les jardins.

6. Moteurs électriques. — Pour ne pas scinder les explications relatives aux abonnements, j'ai dû mentionner, à propos de l'éclairage privé, la force motrice vendue, soit par l'Administration, soit par le secteur des Champs-Élysées. La puissance des installations payantes ne dépassait pas, de ce chef, 330 kilowatts et ne correspondait qu'à une très faible fraction de la force dépensée dans l'enceinte de l'Exposition [1].

Le Commissariat général avait établi un certain nombre de moteurs pour les besoins de ses services, en particulier pour la commande de quelques arbres de transmission, pour la ventilation du palais de l'Agriculture et des Aliments ainsi que de la salle des Fêtes, pour des relèvements d'eau au Trocadéro et au Champ de Mars.

[1] Le nombre des moteurs ainsi actionnés était de 40, dont 34 pour les abonnés de l'Administration et 6 pour les abonnés du secteur des Champs-Élysées.

Par une interprétation libérale de l'article 47 du Règlement général, il livrait gratuitement l'énergie électrique aux exposants qui s'engageaient à la transformer en force motrice et à mettre ainsi en action les appareils exposés.

Il fournissait de même, à titre gratuit, l'énergie nécessaire aux chemins élévateurs et ascenseurs électriques.

Le tableau ci-après indique l'affectation des moteurs installés ou alimentés, soit à titre gratuit, soit à titre onéreux, par l'Administration, leur emplacement, la nature du courant qu'ils recevaient, leur nombre et leur puissance[1]:

AFFECTATION.	EMPLACEMENT.	NATURE du COURANT.	NOMBRE des MOTEURS	PUISSANCE REÇUE.	PUISSANCE NETTE DISPONIBLE sur l'arbre.
				kw.	ch.
Classe 11. — Typographie; impressions diverses	Champ de Mars. — Palais de l'Éducation et de l'Enseignement	Continu.	83	225	260
	Esplanade des Invalides. — Annexe des États-Unis	Continu.	1	10	12
Classe 15. — Instruments de précision; monnaies et médailles	Champ de Mars. — Palais de l'Éducation et de l'Enseignement	Continu.	2	11	13
Classe 16. — Médecine et chirurgie		Continu.	2	1.5	2
Classe 17. — Instruments de musique		Continu.	1	0.5	0.5
Classe 19. — Machines à vapeur	Champ de Mars. — Palais de la Mécanique	Continu.	5	69	80
Classe 21. — Appareils divers de la mécanique générale		Continu.	41	126	146
Classe 22. — Machines-outils		Continu.	104	674	778
		Alternatif.	7	330	381
Classe 23. — Production et utilisation mécaniques de l'électricité	Champ de Mars. — Palais de l'Electricité	Continu.	15	307	355
Classe 25. — Éclairage électrique		Continu.	3	703	812
Classe 26. — Télégraphie et téléphonie		Continu.	1	1	1
Classe 28. — Matériaux, matériel et procédés du génie civil	Champ de Mars. — Palais du Génie civil et des Moyens de transport	Continu.	8	47	54
Classe 29. — Modèles, plans et dessins de travaux publics		Continu.	4	3.5	4
Classe 30. — Carrosserie et charronnage; automobiles et cycles		Continu.	4	1.5	2
Classe 32. — Matériel des chemins de fer et tramways	Champ de Mars. — Palais du Génie civil et des Moyens de transport	Continu.	4	2	2,5
Classe 35. — Matériel et procédés des exploitations rurales	Champ de Mars. — Palais de l'Agriculture et des Aliments.	Continu.	13	16	18
Classe 36. — Matériel et procédés de la viticulture		Continu.	2	15	17
Classe 37. — Matériel et procédés des industries agricoles		Continu.	3	8	9
Classe 49. — Matériel et procédés des exploitations et des industries forestières	Quai d'Orsay. — Palais des Forêts	Alternatif.	3	26	30
	A reporter		306	2,577	2.977

[1] On a calculé la puissance nette disponible sur l'arbre en attribuant aux moteurs un rendement de 0,85.

AFFECTATION.	EMPLACEMENT.	NATURE du COURANT.	NOMBRE des MOTEURS	PUISSANCE REÇUE.	PUISSANCE NETTE DISPONIBLE sur l'arbre.
				kw.	ch.
Report			306	2,577	2,977
Classe 55. — Matériel et procédés des industries alimentaires	Champ de Mars. — Palais de l'Agriculture et des Aliments.	Continu.	71	444	513
	Esplanade des Invalides. — Annexe danoise	Continu.	3	70	81
Classe 63. — Exploitation des mines, minières et carrières	Champ de Mars. — Palais des Mines et de la Métallurgie.	Continu.	17	86	99
		Alternatif.	5	132	153
Classe 65. — Petite métallurgie		Continu.	1	15	17
Classe 72. — Céramique	Esplanade des Invalides. — Palais, côté Constantine	Continu.	3	9	10
	Esplanade des Invalides. — Palais, côté Fabert.	Continu.	1	13	15
Classe 73. — Cristaux, verrerie	Esplanade des Invalides. — Annexe, côté Fabert	Continu.	1	9	10
Classe 74. — Appareils et procédés du chauffage et de la ventilation	Quai d'Orsay. — Annexe près le palais des Armées de terre et de mer	Alternatif.	4	14	16
Classe 76. — Matériel et procédés de la filature et de la corderie	Champ de Mars. — Palais des Fils, Tissus, Vêtements	Continu.	4	331	382
Classe 77. — Matériel et procédés de la fabrication des tissus		Continu.	42	220	254
		Alternatif.	38	58	67
Classe 78. — Matériel et procédés du blanchiment, de la teinture, etc.		Continu.	3	38	44
Classe 79. — Matériel et procédés de la couture et de la fabrication de l'habillement		Continu.	30	95	110
Classe 87. — Arts chimiques et pharmacie	Champ de Mars. — Palais de l'Industrie chimique	Continu.	9	27	31
Classe 88. — Fabrication du papier		Continu.	5	194	224
Classe 89. — Cuirs et peaux		Continu.	4	8	9
Classe 91. — Manufactures de tabacs et d'allumettes chimiques	Champ de Mars. Pavillon des Manufactures de l'État	Continu.	3	3	3,5
Classe 92. — Papeterie	Esplanade des Invalides. — Palais, côté Constantine	Continu.	8	28	32
Classe 93. — Coutellerie	Esplanade des Invalides. — Annexe, côté Constantine	Continu.	1	2	2,5
Classe 94. — Orfèvrerie	Esplanade des Invalides. Annexe, côté Constantine	Continu.	1	30	35
Classe 98. — Brosserie, maroquinerie, tabletterie et vannerie	Esplanade des Invalides. — Palais, côté Constantine	Continu.	1	9	10
Classe 99. — Industrie du caoutchouc. Objets de voyage et de campement		Continu.	1	4	5
Classe 116. — Armement et matériel de l'artillerie	Quai d'Orsay. — Palais des Armées de terre et de mer	Alternatif.	9	100	115
Ventilation	Champ de Mars. — Palais de l'Agriculture et des Aliments; salle des Fêtes	Continu.	50	274	316
Relèvements d'eau	Trocadéro (Cascade)	Alternatif.	1	90	104
	Champ de Mars (Château d'eau).	Continu.	2	60	69
Chemins élévateurs	Emplacements divers	Continu.	27	410	474
Ascenseurs	Champ de Mars	Continu.	6	45	52
Concessionnaires divers	Emplacements divers	Continu.	2	10	12
		Alternatif.	18	150	178
Totaux			677	5,555	6,415

Il y avait donc 677 moteurs, d'une puissance nominale de 5,555 kilowatts, reliés aux canalisations de l'Administration. Le plus grand nombre (612) se trouvaient au Champ de Mars.

Parmi ces moteurs, 70 ont été installés par le Commissariat général ou pour son compte :

DÉSIGNATION.	NOMBRE.	PUISSANCE	
		REÇUE.	NETTE disponible sur l'arbre.
		kilowatts.	chevaux.
Classe 22	3	95	110
Classe 49	3	26	30
Classe 65	1	15	17
Classe 77	2	37	43
Classe 78	3	38	44
Classe 79	3	42	49
Classe 94	1	30	35
Classe 98	1	9	10
Ventilation	50	274	316
Relèvements d'eau	3	150	173
TOTAUX	70	716	827

Le fonctionnement de tant de moteurs n'a pas été sans créer, pendant les premières semaines, de sérieuses difficultés dans l'exploitation. L'inexpérience de la plupart des exposants multipliait les courts-circuits. Des disjoncteurs sensibles, placés aux tableaux principaux, y ont toujours pourvu, en interrompant la ligne intéressée. La règle consistait à remettre cette ligne en charge après cinq minutes d'interruption; la cause du court-circuit était généralement disparue et le service reprenait normalement. L'expérience est venue rapidement, et bien des journées se sont ensuite écoulées sans un saut de disjoncteur.

En eux-mêmes, les moteurs n'ont donné lieu qu'à de très rares accidents; à peine s'est-il produit douze avaries, portant toutes, sauf une, sur des appareils installés par les exposants.

Cette vaste épreuve de distribution d'énergie a attesté, une fois de plus et d'une manière éclatante, la souplesse et le caractère éminemment pratique des moteurs à l'électricité.

7. Données statistiques générales sur l'exploitation électrique dans l'enceinte de l'Exposition. — Il ne sera pas inutile de caractériser les résultats généraux de l'exploitation électrique dans l'enceinte

de l'Exposition, en groupant à cet effet quelques chiffres statistiques d'ensemble :

Durée totale du service de distribution électrique		2,756 heures.
Durée totale de l'éclairage public		909 heures.
Durée moyenne de marche des groupes électrogènes		713 h. 1/2
Puissance totale des appareils reliés aux canalisations de l'Administration :		
Éclairage public	3,545 kw.	11,100 kw.
Éclairage privé	2,000 kw.	
Force motrice	5,555 kw.	
représentant une demande maximum possible de 19,716 chevaux indiqués.		
Émission journalière des groupes électrogènes :		
Moyenne. Courant continu : 14,211 kw.-h. Courant alternatif : 11,125 kw.-h. Ensemble		25,336 kw.-h.
Maximum. Courant continu : 16,822 kw.-h. Courant alternatif : 21.750 kw.-h. Ensemble		38,572 kw.-h.
Débit journalier des groupes électrogènes :		
Moyenne. Courant continu : 1,632 kw. Courant alternatif : 1,761. Ensemble		3,393 kw.
Maximum. Courant continu : 2.350 kw. Courant alternatif : 3,390 kw. Ensemble		5,740 kw.
Puissance totalisée des appareils électriques en fonctionnement dans l'Exposition :		
Appareils reliés aux canalisations de l'Administration	11,100 kw.	15,023 kw.
Appareils reliés aux canalisations des secteurs	3,523 kw.	
Installations autonomes[1]	400 kw.	
Chemin de fer et plate-forme mobile	(p. mémre.)	

8. Services accessoires. — Deux services accessoires ont été rattachés aux installations électriques pour l'établissement et l'entretien : celui des avertisseurs d'incendie et celui de la téléphonie intérieure.

Les avertisseurs d'incendie constituaient un élément très important de la puissante organisation de défense contre le feu créée par l'Administration. Il en a été placé 108, dont 97 dans l'enceinte urbaine et 11 dans l'annexe du bois de Vincennes. Les appels étaient reliés à

[1] Cinq installations électriques autonomes, autorisées moyennant une redevance de dix centimes par kilowatt-heure.

11 postes centraux qu'occupaient en permanence des sapeurs-pompiers.

Un réseau téléphonique spécial, moins encombré que le réseau public, s'imposait pour les correspondances rapides entre les différents services de l'Exposition. Ce réseau intérieur, décidé en 1899, a été établi par l'Administration des postes et des télégraphes. Il comportait un tableau central de 100 numéros, au siège du Commissariat général, et 81 postes correspondants ainsi répartis :

Services administratifs de l'Exposition	8 postes
Galeries	24
Principales portes d'entrée	13
Service hydraulique	4
Service mécanique	2
Service électrique	9
Service de la manutention	3
Service de la voirie	6
Postes médicaux	5
Postes de police	7

Les 37 postes des galeries et des portes principales étaient eux-mêmes distribués comme il suit :

Champs-Élysées	4 postes
Esplanade des Invalides	5
Quais et berges de la Seine	9
Trocadéro	4
Champ de Mars	15

9. Règlement sur l'installation et le fonctionnement des appareils électriques. — J'ai déjà cité plusieurs fois le règlement du 20 novembre 1899, relatif à l'installation et au fonctionnement des appareils mécaniques, électriques et hydrauliques.

Ce règlement, qui est inséré aux annexes et qui n'appelle ici aucun commentaire, avait l'un de ses chapitres consacré à la fourniture et à la distribution de l'énergie électrique.

10. Dépenses et recettes du service des installations électriques.

— Le bilan du service des installations électriques en dépenses et en recettes peut se résumer de la manière suivante :

DÉPENSES.

Production de l'énergie électrique par les groupes électrogènes	218,422f 63c
Canalisation des machines aux tableaux généraux	200,687 47
Tableaux généraux	90,176 89
Prix de l'énergie électrique venant de l'extérieur[1] et du groupe auxiliaire installé dans le sous-sol du grand palais des Champs-Élysées	57,771 54
Convertisseurs	30,340 38
Canalisation du courant continu	96,013 47
Canalisation du courant alternatif	414,116 40
Éclairage public des voies de circulation, galeries, locaux divers, etc	764,450 27
Illuminations	73,605 10
Éclairage de secours et de surveillance	116,222 66
Force motrice	30,795 15
Dépenses spéciales pour la prolongation de l'Exposition	58,700 90
Avertisseurs d'incendie	32,438 17
Téléphonie intérieure	13,942 17
Dépenses diverses en régie	31,995 75
Total	2,229,678 95

RECETTES.

Vente directe d'énergie électrique	433,540f 50c
Taxes pour vérification de compteurs	5,060 00
Redevance payée par la compagnie du secteur des Champs-Élysées	34,161 00
Redevance payée par la compagnie du secteur de la Rive gauche	110,745 60
Redevance payée par les concessionnaires produisant eux-mêmes leur électricité	16,841 56
Total	600,348 66

[1] Compagnie des chemins de fer de l'Ouest et compagnie des transports électriques de l'Exposition, auxquelles l'Administration a emprunté de l'énergie électrique, surtout au début; secteurs des Champs-Élysées et de la Rive gauche.

la signature de ces polices et de poursuivre la perception des sommes qui lui seraient dues, sans jamais pouvoir mettre en cause l'Administration. Le marché lui imposait l'obligation de fournir en location et de mettre en place les compteurs de tous systèmes poinçonnés par la ville de Paris qui lui seraient demandés pour les diverses installations intérieures de l'Administration ou des particuliers, puis de déposer ultérieurement ces compteurs dès qu'elle en recevrait l'ordre. (Art. 4.)

Les articles 5, 6, 7 et 10 étendaient à l'Exposition les clauses et conditions imposées par la ville de Paris pour les travaux et fournitures, spécialement pour la pose des conduites en tôle et bitume du système Chameroy, pour la mise en place des appareils d'éclairage, pour le service et l'entretien de ces appareils, pour la qualité et la quantité du gaz fourni.

En vertu de l'article 6, les conduites destinées à subsister devaient être drainées sous les voies plantées; un drainage pouvait aussi être exigé pour les conduites provisoires.

A l'article 7, figuraient des dispositions concernant la mise en dépôt des appareils provisoirement supprimés et la livraison à la compagnie des appareils nouveaux.

Par l'article 8, le Commissariat général se réservait de rattacher au marché, avant le 1er janvier 1900, l'éclairage du pont d'Iéna et des parties de quais ou berges longeant le Champ de Mars et le Trocadéro [1]. L'intensité lumineuse totale était fixée à un minimum de 50,000 carcels, et la compagnie s'obligeait à recourir aux procédés les plus perfectionnés en usage; les projets demeuraient subordonnés à l'approbation de l'Administration. 1,150 candélabres et 1,000 lanternes de différents types adoptés par la ville devaient être livrés à la compagnie, qui contractait l'engagement de les restituer dans leur état primitif après la clôture de l'Exposition, si l'Administration ne préférait les conserver avec les modifications dont ils auraient pu être l'objet. Le Commissariat général mettait à la disposition de la compagnie deux emplacements, l'un de 25 mètres carrés au

[1] L'Administration n'usa pas de cette faculté.

Trocadéro, l'autre de 60 mètres carrés au Champ de Mars, destinés à l'installation d'usines pour améliorer les conditions de l'éclairage projeté.

L'extinction de l'éclairage intensif devait avoir lieu à l'heure de la fermeture des portes de l'Exposition, quelle que fût cette heure. (Art. 9.)

Des précautions hygiéniques, communes à tous les travaux de terrassements et sur lesquelles je reviendrai à propos du service médical, étaient prescrites par l'article 12.

La compagnie n'avait droit à aucune rémunération pour la fourniture et la pose des nouvelles conduites dont la ville de Paris était fondée à demander l'installation ou le maintien, conformément au traité du 7 février 1870. (Art. 13.)

Pour les conduites neuves provisoires, le Commissariat général payait à la compagnie les frais de pose, de dépose et d'enlèvement, ainsi qu'un loyer arbitré à 7 p. 100 l'an et comprenant les dépenses éventuelles de remise en état. (Art. 14 et 19.)

Le déplacement des conduites existantes, soit au cours des travaux, soit après l'Exposition, donnait lieu : 1° si le diamètre ne dépassait pas 0m216, au remboursement de la dépose et de la repose, sans supplément motivé par la réparation des anciens tuyaux ou la fourniture de tuyaux neufs; 2° si le diamètre excédait 0m216, au remboursement de toutes les dépenses d'après les prix spécifiés au contrat, sauf réduction de 25 p. 100 sur les prix de fourniture des tuyaux neufs dont l'emploi serait nécessaire. (Art. 15.)

Quand des conduites existantes devaient être supprimées, l'Administration payait les dépenses de coupure aux deux extrémités; la compagnie restait libre d'abandonner les tuyaux inutiles ou de les enlever à ses frais. (Art. 16.)

La compagnie assurait à ses frais l'entretien de toutes les conduites; il ne lui était tenu compte que des réparations nécessitées par un cas de force majeure. (Art. 17.)

En exécution de l'article 18, l'Administration supportait les frais de pose et de dépose des candélabres, ceux des branchements nécessaires à leur alimentation, ceux des transformations de lanternes et

de becs ordonnées hors du périmètre déterminé par la convention. Pour les appareils situés dans ce périmètre, la compagnie prenait à sa charge la transformation des 1,000 lanternes livrées par l'Administration, la fourniture supplémentaire de 150 lanternes et celle des becs de systèmes spéciaux.

Les prix de règlement des travaux et fournitures dont la dépense incombait au Commissariat général étaient ceux du bordereau arrêté le 2 décembre 1897 par le Préfet de la Seine. Toutefois le marché fixait un certain nombre de prix pour la fourniture, la pose avec ou sans drainage, la dépose et la coupure des conduites Chameroy dans des limites de diamètre de $0^{m}054$ à 1 mètre. (Art. 19.)

Quant au service et à l'entretien des appareils, ils devaient être faits aux prix en vigueur pour l'éclairage public de la ville de Paris, ces prix comprenant l'allumage et l'extinction, le remplacement des verres de lanternes, le nettoyage journalier, l'entretien des appareils et de leurs branchements. Tous ces appareils étaient assimilés aux appareils avec foyer à récupération de chaleur consommant 260 litres par heure. (Art. 20.)

L'article 21 chargeait la compagnie de l'entretien des branchements particuliers, des compteurs fournis par elle en location et de ceux qu'elle aurait agréés. Des prix étaient fixés pour la pose et le plombage des compteurs, pour leur location et leur entretien, comme pour la pose, l'entretien et la dépose des branchements.

Il n'y avait de compteurs, ni pour les becs de l'éclairage public, ni pour les rampes d'illumination installées par l'Administration; la consommation horaire était déterminée suivant les règles usuelles à Paris, si les appareils reproduisaient ceux de la ville, et d'après des expériences contradictoires, si les appareils ne rentraient pas dans les types employés par le service municipal. Cette consommation ne pouvait être comptée pour plus de 260 litres par appareil, pendant les heures d'ouverture de l'Exposition, et de 140 litres, après la fermeture des portes. Le volume de gaz fourni pour le gonflement des ballons était considéré comme égal au cube de la sphère inscrite. (Art. 22.)

La compagnie recevait : 1° 0 fr. 15 par mètre cube de gaz destiné à l'éclairage public en dehors des bâtiments, aux illuminations et à l'alimentation des moteurs à gaz exposés; 2° 0 fr. 20 par mètre cube de gaz fourni, soit à l'Administration pour d'autres usages, soit aux particuliers établis dans l'enceinte. Sur ce point, une différence capitale existait entre les marchés relatifs aux expositions de 1889 et de 1900. En 1889, l'Administration avait payé 0 fr. 20 et revendu 0 fr. 30 le gaz livré aux abonnés pour l'éclairage; de cette différence était résultée une recette notable au profit du budget de l'Exposition. En 1900, la compagnie insista pour l'abandon de la majoration, dans l'intérêt de la défense du gaz contre l'électricité; le Commissariat général y consentit moyennant des sacrifices de la compagnie sur l'éclairage public. L'Administration put ainsi réaliser un éclairage très brillant, tout en ne supportant qu'une part peu importante des dépenses. (Art. 23.)

Enfin, les articles 25 à 29 contenaient diverses stipulations au sujet desquelles il est inutile d'insister ici.

3. Réseau de distribution du gaz à la pression normale. — Aux *Champs-Élysées,* la démolition du palais de l'Industrie, le percement de l'avenue Alexandre III et la construction des nouveaux palais entraînèrent l'enlèvement de la plupart des conduites préexistantes dans la région et la pose de canalisations nouvelles de part et d'autre de l'avenue, en arrière du petit Palais et au Nord du grand Palais.

Sur le Cours-la-Reine et le quai de la Conférence, les canalisations anciennes furent maintenues en place, malgré l'exhaussement très sensible du sol au débouché du pont Alexandre III. Toutefois, deux grosses conduites d'un diamètre de $0^{m}70$ durent être déviées pour éviter les fondations de la Porte monumentale. Il fallut, en outre, poser au niveau de la berge basse une conduite de $0^{m}054$ destinée à l'alimentation des appareils d'éclairage, dans la partie du passage des tramways située à ciel ouvert.

La région des Champs-Élysées, où le gaz servait exclusivement aux illuminations des palais, à l'éclairage des guichets et des voies exté-

rieures, ainsi qu'aux usages particuliers, était en définitive desservie par 5,287 mètres de conduites, dont 3,820 mètres de canalisations anciennes demeurées en place ou déviées et 1,467 mètres de conduites nouvelles.

A l'*Esplanade des Invalides*, où le gaz recevait les mêmes applications qu'aux Champs-Élysées, deux conduites servant autrefois à alimenter les appareils d'éclairage disséminés dans les quinconces furent enlevées et remplacées par deux autres conduites courant au pied de la façade postérieure des palais.

L'Administration fit compléter la canalisation du quai d'Orsay à la traversée de l'Esplanade et pourvut à l'éclairage par le gaz de la voie passant sur la berge de la Seine derrière la culée du pont Alexandre III, dans la partie de cette voie située à ciel ouvert.

Au total, le réseau comportait à l'Esplanade un développement de 4,310 mètres, dont 3,000 mètres de canalisations anciennes demeurées en place et 1,310 mètres de canalisations nouvellement posées.

Les *quais et berges de la rive droite* devant être presque exclusivement éclairés à l'électricité, le réseau préexistant put être maintenu sans extension dans la plus grande partie de son étendue. Une canalisation de $0^{m}081$ fut même supprimée au Cours-la-Reine, parce qu'elle se trouvait à l'emplacement de divers édifices. La seule addition de quelque importance consista en une conduite de $0^{m}054$ placée quai Debilly, pour l'éclairage de la rue en tranchée.

Dans l'ensemble, il y avait 2,290 mètres de conduites, dont 2,000 mètres de canalisations anciennes et 290 mètres de canalisations nouvelles.

Sur les *quais et berges de la rive gauche*, les canalisations existantes subsistèrent sans modification. Elles durent être complétées par une conduite de $0^{m}108$ suivant la berge basse, entre le pont des Invalides et les abords du Champ de Mars, et destinée à alimenter les restaurants des palais ou pavillons étrangers ainsi qu'à pourvoir aux

besoins du palais des Armées de terre et de mer et de l'exposition particulière de MM. Schneider et Cie. Cette conduite se rattachait par trois nourrices à la canalisation de $0^m 135 - 0^m 216$ du quai d'Orsay.

La partie du réseau correspondant aux quais et berges de la rive gauche mesurait 2,605 mètres, savoir : 1,260 mètres de conduites préexistantes et 1,345 mètres de conduites nouvelles.

Au *Trocadéro,* l'éclairage du parc et des voies de circulation devait se faire exclusivement par le gaz. Il fut nécessaire de compléter le réseau et de l'améliorer en substituant des conduites de diamètre moyen à diverses conduites de petit calibre.

Le long de la rue en tranchée du quai Debilly, côté du Trocadéro, prit place une canalisation de $0^m 500$, sur laquelle étaient branchées les principales conduites de la distribution. Des canalisations secondaires de $0^m 054$ à $0^m 108$ sillonnèrent le parc en tous sens.

En outre, la Compagnie parisienne posa à ses frais dans l'avenue d'axe et des deux côtés de la Cascade des canalisations spéciales de $0^m 108$ et $0^m 054$, qui conduisaient le gaz comprimé à des foyers lumineux de grande intensité et que je signale simplement ici pour mémoire, me réservant d'y revenir plus loin.

Abstraction faite de ces dernières canalisations, le réseau avait un développement de 6,640 mètres (4,740 mètres de conduites anciennes et 1900 mètres de nouvelles conduites).

Enfin, au *Champ de Mars,* où l'éclairage au gaz était seul admis dans le parc bas et le jardin central, et où il fallait assurer l'alimentation des moteurs à gaz exposés dans les galeries, l'Administration dut créer un réseau très étendu, composé pour une large part de conduites d'un fort diamètre.

Dans le parc bas, elle utilisa les canalisations anciennes, mais en y ajoutant de nombreuses conduites dont le calibre variait de $0^m 054$ à $0^m 216$.

Pour le jardin central et les galeries des moteurs à gaz, presque

tout était à faire, car les canalisations de 1889 avaient été à peu près entièrement enlevées en vue de la construction des nouveaux palais. Les nécessités de la consommation exigèrent notamment la pose des conduites ci-après : 1° conduite de 0m 500 — 0m 400, suivant l'avenue Duquesne et l'avenue de La Bourdonnais, hors de l'enceinte, jusqu'au droit de la base du Château d'eau; 2° conduite de 0m 244, suivant l'avenue de Suffren, hors de l'enceinte, jusqu'au même niveau; 3° conduite transversale de 0m 400 — 0m 244, reliant les deux précédentes et passant au pied de la grande vasque du Château d'eau; 4° conduite de 0m 300 — 0m 108, parallèle au grand axe du Champ de Mars et longeant la façade intérieure des palais voisins de l'avenue de La Bourdonnais; 5° conduite de 0m 244, partiellement doublée par une conduite de 0m 216 et longeant de même la façade intérieure des palais voisins de l'avenue de Suffren; 6° ramifications diverses de ces deux dernières conduites, pénétrant dans les différentes parties du jardin; 7° conduite de 0m 400, piquée sur la canalisation de 0m 500 de l'avenue de La Bourdonnais, entrant dans le Champ de Mars près de la cheminée monumentale et se divisant en deux branches, dont l'une de 0m 300 courait le long du hall des chaudières et l'autre de 0m 35 longeait parallèlement à l'avenue de La Bourdonnais la façade postérieure du palais de la Mécanique; 8° branches de 0m 244 et 0m 216, se détachant de la conduite n° 5 de 0m 244 pour entrer dans les palais de l'Industrie chimique et de l'Électricité[1].

Dans le palais de l'Agriculture et des Aliments ainsi qu'aux abords, les canalisations anciennes étaient maintenues, avec addition d'une conduite de 0m 054 longeant l'avenue de La Motte-Picquet.

Plusieurs conduites préexistantes, suivant les voies publiques contiguës à l'enceinte, fournissaient aussi leur contingent à l'alimentation générale du Champ de Mars.

De même qu'au Trocadéro, la compagnie avait posé à ses frais dans le Champ de Mars des canalisations spéciales de gaz comprimé. Ces canalisations, d'un diamètre variant entre 0m 162 et 0m 054, se déve-

[1] Deux gros compteurs d'usine, d'un diamètre de 2 mètres, exposés et prêtés gratuitement par la «Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz», étaient adaptés aux conduites alimentant les moteurs à gaz.

loppaient de part et d'autre du grand axe longitudinal, depuis le quai d'Orsay jusqu'au sommet des rampes du Château d'eau.

Sans compter les conduites de gaz comprimé, le réseau avait au Champ de Mars une longueur de 12,686 mètres, savoir : 5,640 mètres de conduites anciennes et 7,046 mètres de conduites nouvelles.

4. Usine de compression. Réseau de distribution du gaz comprimé. — Afin d'accroître, par l'emploi du gaz comprimé, l'intensité de l'éclairage dans les artères principales du Trocadéro et du Champ de Mars, la Compagnie parisienne créa en bordure du quai d'Orsay, à l'Ouest de la Tour, une petite usine de compression.

Cette usine comprenait deux ventilateurs Farcot, à la traversée desquels le gaz puisé dans les canalisations générales sous la pression ordinaire de 80 millimètres d'eau recevait une surpression de 120 millimètres. Sous l'action d'un moteur à gaz de 8 chevaux, tournant à 160 tours par minute, chacun des ventilateurs pouvait faire 1,050 tours et fournir 1,200 mètres cubes à l'heure, débit suffisant pour l'alimentation de la totalité des becs. L'un des deux appareils était seul mis en mouvement; l'autre servait de secours. Dans son ensemble, l'installation a coûté 54,000 francs à la compagnie.

De l'usine partait une conduite de $0^{m}216 - 0^{m}162$, qui longeait le quai et allait un peu au delà de l'axe du Champ de Mars. Sur cette conduite se greffaient : 1° du côté du Champ de Mars, deux canalisations de $0^{m}162 - 0^{m}135 - 0^{m}081 - 0^{m}054$, longeant de part et d'autre l'allée centrale et le Château d'eau, et poussant des rameaux de $0^{m}054$ dans les allées transversales ainsi que sur le bord extérieur des rampes du Château d'eau; 2° du côté opposé, une conduite de $0^{m}135$, empruntant le pont d'Iéna et celui de la tranchée du quai Debilly, puis se dédoublant en deux conduites de $0^{m}108$ le long de l'allée d'axe du Trocadéro et de la cascade, avec rameaux de $0^{m}054$, notamment dans les parterres de la cascade. Ces canalisations en tôle et bitume, dont la dépense incomba exclusivement à la compagnie, furent établies très soigneusement, en particulier au point de vue des joints. Elles présentaient un développement de 3,230 mètres, dont

2,250 mètres au Champ de Mars, 210 mètres à la traversée de la Seine et 770 mètres au Trocadéro.

5. Longueur des deux réseaux. Exécution des travaux. Dépenses. — Le réseau des conduites desservant l'ensemble de l'Exposition, à Paris, mesurait 37,048 mètres, dont 16,588 mètres de conduites nouvelles. Ce dernier chiffre se décompose comme l'indique le tableau suivant :

RÉGIONS.	LONGUEUR DES CONDUITES DU DIAMÈTRE												LONGUEURS TOTALES.
	de 0m054	de 0m081	de 0m108	de 0m135	de 0m162	de 0m189	de 0m216	de 0m244	de 0m300	de 0m350	de 0m400	de 0m500	
	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres
Champs-Élysées	470	12	290	"	25	280	390	"	"	"	"	"	1,467
Esplanade des Invalides	460	850	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,310
Quais et berges de rive droite	290	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	290
Quais et berges de rive gauche	"	90	1,255	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,345
Trocadéro	1,050	390	860	"	"	"	"	"	"	"	"	370	2,670
Pont d'Iéna	"	"	"	210	"	"	"	"	"	"	"	"	210
Champ de Mars et abords. — Avenues Duquesne et de La Bourdonnais	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	170	494	664
Champ de Mars et abords. — Avenue de Suffren	"	"	"	"	"	"	"	410	"	"	"	"	410
Champ de Mars et abords. — Champ de Mars	2,480	620	470	770	1,080	"	480	820	1,005	137	360	"	8,222
TOTAUX	4,750	1,962	2,875	980	1,105	280	870	1,230	1,005	137	530	864	16,588

Une seule particularité mérite d'être mentionnée dans l'exécution des travaux : quand des édifices devaient s'élever au-dessus de canalisations que leur importance empêchait de supprimer ou de dévier, l'Administration faisait établir des arceaux de décharge reportant la charge à l'extérieur des conduites et remplir de charbon de bois l'espace compris entre la canalisation et l'arceau, afin d'éviter les accumulations de gaz; des panneaux mobiles étaient d'ailleurs ménagés dans les parquets recouvrant les conduites.

La dépense des canalisations s'est élevée à 282,783 francs, supportés pour 155,957 fr. 31 par le Commissariat général et pour 126,825 fr. 69 par la compagnie.

6. Appareils d'éclairage public des parcs et jardins. — Seuls, les

procédés de l'incandescence furent appliqués dans les parcs et jardins du Trocadéro et du Champ de Mars.

Les plans d'éclairage dressés de concert entre l'Administration et la Compagnie parisienne comportaient 1,076 candélabres et 1,618 lanternes, savoir :

RÉGIONS.	CANDÉLABRES.	LANTERNES.
Trocadéro	527	695
Champ de Mars	549	923
TOTAUX	1,076	1,618

Avec les lanternes placées sur les urinoirs et les appliques ou autres appareils répartis sur toute la surface de l'Exposition, le nombre des foyers lumineux atteignait 1,681.

La distribution de ces foyers avait été réglée d'après la hauteur des candélabres, le nombre des lanternes portées par chacun d'eux, ainsi que le nombre et l'intensité des becs dont elles étaient munies.

En général, les candélabres et les lanternes furent prêtés à la compagnie par l'Administration[1]. Cependant la compagnie fournit quelques candélabres spéciaux et toutes les lanternes dites « Opéra ».

Les candélabres se rattachaient à sept types :

Candélabres spéciaux commandés par la compagnie pour être installés sous la Tour;

Candélabres de 5 mètres;

Candélabres provenant de la galerie de 30 mètres de 1889;

Candélabres à 3 branches........ } du modèle courant de la ville de Paris.
Candélabres à 5 branches........ }
Candélabres Oudry ordinaires..... }

Candélabres du type du pont de la Concorde.

Quelques-uns des candélabres Oudry durent être pourvus d'allonges en fonte qui leur donnaient le complément de hauteur nécessaire. Ces

[1] Le Commissariat général en tenait lui-même la majeure partie de la ville, à titre gratuit.

allonges reçurent la forme de médaillons portant la devise «1900», fixés au sommet des candélabres et supportant les lanternes.

Les lanternes employées étaient, soit des lanternes «Opéra» ou lanternes hémisphériques contenant 10, 12 et 15 brûleurs de 350 litres, soit des lanternes appartenant aux types usuels de la ville et contenant 1, 2, 3 ou 5 brûleurs.

A tous les brûleurs, la Compagnie parisienne adapta des manchons Auer ou Denayrouze, qui étaient mis gratuitement à sa disposition par la «Société française d'incandescence par le gaz» et la «Compagnie «d'éclairage Denayrouze». Elle fit ainsi usage de 2,769 manchons Auer et de 1,880 manchons Denayrouze, savoir :

NATURE DES MANCHONS.	BECS ALIMENTÉS au gaz comprimé.	BECS ALIMENTÉS au gaz ordinaire.
Manchons Auer (Champ de Mars)	1,208	1,561
Manchons Denayrouze (Trocadéro)	474	1,406

Ces manchons ont dû être remplacés, en moyenne, 5 fois pendant la durée de l'Exposition.

L'intensité lumineuse réalisée fut la suivante :

RÉGIONS.	GAZ COMPRIMÉ.	GAZ ORDINAIRE.	TOTAUX.
	carcels.	carcels.	carcels.
Trocadéro	12,095	24,785	36,880
Champ de Mars	29,774	24,345	54,119
Totaux	41,869	49,130	90,999

Comme je l'ai précédemment indiqué, la convention fixait un minimum de 50,000 carcels. En 1889, l'intensité de l'éclairage par le gaz ne dépassait pas 23,000 carcels.

En principe, l'allumage s'effectuait d'après l'horaire adopté pour les rues de Paris, mais avec une avance de 30 minutes. L'extinction avait lieu à 11 h. 30 du soir.

La dépense d'installation et d'entretien des appareils dont l'Administration avait la charge a été de 176,080 fr. 99, y compris 10,184 fr. 89 pour les opérations préliminaires d'enlèvement et de suppression des candélabres et lanternes qui garnissaient le territoire urbain englobé dans l'Exposition.

Grâce aux sacrifices de l'Administration et de la Compagnie du gaz, l'éclairage du Trocadéro et du Champ de Mars excita l'admiration générale. Nul doute qu'il ne fût le plus beau qui eût jamais été vu. Je tiens à adresser ici à la compagnie les justes éloges auxquels elle a droit.

7. Appareils d'éclairage des guichets d'entrée et de leurs abords. — L'éclairage des guichets d'entrée avait lieu au moyen de becs à un manchon incandescent : deux becs étaient placés dans le passage par lequel s'écoulait le public; chaque kiosque en possédait deux pour l'éclairage des contrôleurs. Il fut ainsi posé 519 becs. La situation défavorable d'une partie des appareils au point de vue des chocs et des courants d'air obligea à renouveler assez fréquemment les manchons et à en consommer 3,787.

En outre, l'Administration renforça l'éclairage des trottoirs de la voie publique aux abords par des candélabres supplémentaires munis de foyers lumineux intenses.

Indépendamment de l'éclairage ordinaire, les guichets d'entrée des Champs-Élysées reçurent une couronne de girandoles au gaz avec globes. Le trottoir précédant la Porte monumentale de la Concorde fut brillamment illuminé par 13 candélabres et 12 ifs.

La dépense d'installation des appareils aux guichets et à leurs abords s'éleva à 37,570 fr. 76.

8. Fourniture du gaz aux exposants et aux concessionnaires. — Aux termes de l'article 47 du Règlement général, les exposants recevaient gratuitement le gaz nécessaire au fonctionnement des appareils exposés; ils devaient établir, à leurs frais, les branchements sur les conduites principales de distribution. Le Commissariat général acquittait le prix de la fourniture de gaz réglé suivant la convention des 12 août-30 septembre 1898.

En dehors du cas prévu par l'article 47 du Règlement général, les particuliers installés dans l'enceinte avaient, non seulement à faire leurs branchements, mais aussi à payer le gaz au prix de 0 fr. 20 le mètre cube.

La Compagnie parisienne livrait en location, posait, entretenait et déposait les branchements jusqu'aux robinets extérieurs inclusivement, moyennant la rémunération fixée par l'article 21 du marché de 1898. Au delà du robinet extérieur, les embranchés étaient libres de confier à un entrepreneur de leur choix le complément des travaux.

D'une manière générale, les embranchés devaient avoir un compteur. Pouvaient toutefois en être dispensés les exposants de moteurs à gaz du groupe de la mécanique, auxquels le gaz était fourni gratuitement et qui le prenaient sur des conduites principales pourvues d'un compteur d'ensemble. La compagnie louait, mettait en place, entretenait et déposait les compteurs, sur la demande des usagers et au prix que déterminait l'article 21 de la convention de 1898. Elle entretenait les compteurs appartenant aux embranchés et soumis à son agrément préalable.

Les intéressés, sauf les exposants de moteurs à gaz du groupe IV, souscrivaient des polices conformes au modèle approuvé par le Commissaire général, même lorsque le gaz était mis gratuitement à leur disposition (pièce annexe n° 56). Il a été ainsi souscrit 372 polices.

Dans tous les cas, la livraison du gaz restait subordonnée à une autorisation administrative, délivrée après visite des conduites et appareils de l'embranché, conformément à la pratique du service municipal de l'éclairage.

9. Dispositifs d'illumination. — Après une étude comparative des illuminations à l'électricité et des illuminations au gaz, le Commissariat général donna, pour la plupart des palais, la préférence à ces dernières, qui sont beaucoup plus gaies et plus vivantes.

Furent ainsi illuminés au gaz les édifices suivants :

Grand palais des Champs-Élysées (façades sur l'avenue nouvelle et sur l'avenue d'Antin);

Petit palais des Champs-Élysées (façade sur l'avenue nouvelle);

Palais de l'Esplanade des Invalides (façades sur le quai, sur les parterres et l'avenue centrale, sur la rue de Grenelle);

Palais de l'Enseignement, des Mines et de la Métallurgie, du Génie civil et des Moyens de transport, des Fils, Tissus et Vêtements, au Champ de Mars (façades sur le jardin);

Palais de l'Agriculture et des Aliments (entrée de la salle des Fêtes, sur l'avenue de La Motte-Picquet).

Le palais et la cascade du Trocadéro étaient antérieurement pourvus de dispositifs d'illumination au gaz, qu'il suffisait de restaurer.

A la suite d'une adjudication restreinte, l'Administration confia les travaux d'établissement des rampes, des motifs et des colonnes montantes aux entrepreneurs ci-après désignés :

Champs-Élysées.	Grand Palais	MM. Lacarrière et Cie.
	Petit Palais	M. H. Beau.
Esplanade des Invalides.	Palais voisin du quai d'Orsay (côté Constantine)	M. Bengel.
	Palais voisin du quai d'Orsay (côté Fabert	M. Monduit.
	Palais médian (côté Constantine).	M. Mortimer Sterling.
	Palais médian (côté Fabert)	M. Monduit.
	Palais voisins de la rue de Grenelle.	M. Mortimer Sterling.
Trocadéro.	Palais	M. H. Beau.
	Cascade	MM. Lacarrière et Cie.
Champ de Mars.	Palais de l'Enseignement	M. Grandpierre.
	Palais des Mines et de la Métallurgie	M. Grandpierre.
	Palais du Génie civil et des Moyens de transport	M. Grandpierre.
	Palais des Fils, Tissus, Vêtements.	M. Grandpierre.
	Palais de l'Agriculture et des Aliments (Salle des Fêtes)	M. H. Beau.

La Compagnie parisienne du gaz fit les branchements d'alimentation.

D'une manière générale, les rampes en fer, munies de becs en stéatite, dessinaient la ligne des corniches hautes. A l'Esplanade des Invalides, différents motifs de dessins variés rappelaient en découpures de feu les formes complexes de l'architecture des palais.

Quelques motifs nouveaux furent ajoutés aux dispositifs anciens pour la cascade du Trocadéro.

La pose des rampes sur les palais des Champs-Élysées s'effectua comme elle s'effectue d'habitude sur les monuments bâtis en pierre; d'ailleurs, l'installation devait subsister après l'Exposition. Quant à la mise en place sur les corniches des palais provisoires de l'Esplanade des Invalides et du Champ de Mars, elle donna lieu à des difficultés assez sérieuses : la fragilité des constructions exigea l'emploi d'ancrages spéciaux et nécessita des précautions particulières. Tous les travaux étaient achevés pour le 14 avril, jour de l'inauguration.

Une fois établis, les dispositifs furent entretenus par les mêmes entrepreneurs, moyennant des allocations forfaitaires.

Le tableau suivant indique, pour les divers édifices, la nature et l'importance des travaux, ainsi que le chiffre des dépenses d'établissement et d'entretien :

DÉSIGNATION DES ÉDIFICES.		LONGUEUR des RAMPES.	NOMBRE des MOTIFS.	LONGUEUR des COLONNES MONTANTES.	LONGUEUR des BRANCHEMENTS.	DÉPENSES	
						D'ÉTABLISSEMENT.	D'ENTRETIEN.
		mètres.		mètres.	mètres.	fr. c.	fr. c.
Champs-Élysées.	Grand Palais....	337	16	146	45	33,569 84	3,267 00
	Petit Palais......	204	24	75	35	17,365 83	1,386 00
Esplanade des Invalides.	Palais voisins du quai.........	543	242	144	80	69,889 27	4,725 00
	Palais médians...	704	50	124	130	42,505 02	2,814 48
	Palais voisins de la rue de Grenelle.	140	100	46	40	29,973 75	1,099 88
Trocadéro.	Palais..........	1,296	517	Maintenues dans leur état antérieur.	Maintenues dans leur état antérieur.	10,135 65	Compris dans l'allumage.
	Cascade........	325	37			19,605 93	Compris dans l'établissement.
Champ de Mars.	Palais de l'Enseignement......	230	"	195	45	63,412 78	4,106 20
	Palais des Mines et de la Métallurgie........	228	"	211	35		
	Palais du Génie civil et des Moyens de transport...	419	"	207	40		
	Palais des Fils, Tissus, Vêtements.	362	"	205	80		
	Salle des Fêtes...	205	19	80	15	14,356 00	1,188 00

L'allumage des rampes et des motifs d'illumination constituait une opération délicate, eu égard aux conditions souvent difficiles

dans lesquelles ces dispositifs avaient été posés. Il parut, en conséquence, opportun d'en charger les entrepreneurs de l'installation. Des prix forfaitaires furent convenus avec eux par palais et par soirée.

Conformément aux consignes, l'allumage avait lieu de 8 heures à 9 heures selon l'époque, et l'extinction à 11 heures. Les hommes restaient en permanence sur les toitures pendant toute la soirée, afin de parer sans délai aux accidents.

Les précautions les plus minutieuses avaient été prises contre l'incendie. Aux points les plus importants se trouvaient des prises d'eau munies de tuyaux et de lances; entre ces postes étaient échelonnés des tonneaux remplis d'eau et des seaux. Un ouvrier gardait en permanence le robinet de chacune des colonnes montantes. Enfin, un service d'inspection et de surveillance fonctionnait depuis l'allumage jusqu'à l'extinction.

Voici, récapitulés en un tableau, le volume de la consommation horaire et les divers éléments de dépense d'une soirée d'illumination :

DÉSIGNATION DES ÉDIFICES.	CONSOMMATION		DÉPENSES POUR UNE SOIRÉE DE 2 HEURES.			
	HORAIRE de gaz.	DE GAZ en 2 heures.	PRIX du gaz.	ALLUMAGE.	SURVEILLANCE des robinets.	TOTAUX.
	m. c.	m. c.	fr. c.	francs.	francs.	fr. c.
Champs-Élysées. — Grand Palais. — Façade sur l'avenue nouvelle	411	822	123 30	60	20	801 40
Champs-Élysées. — Grand Palais. — Façade sur l'avenue d'Antin	327	654	98 10			
Champs-Élysées. — Petit Palais	343	686	102 90	60	15	177 90
Esplanade des Invalides. — Ensemble des palais	2,663	5,326	798 90	1,300	55	2,153 90
Trocadéro. — Palais. — Illumination générale	4,614	9,228	1,384 20	2,744	7	4,135 20
Trocadéro. — Palais. — Illumination partielle	453	906	135 90	187		329 90
Trocadéro. — Cascade	967	1,934	290 10	125	3	418 10
Champ de Mars. — Ensemble, moins la salle des Fêtes	1,539	3,078	461 70	900	60	1,421 70
Champ de Mars. — Entrée de la salle des Fêtes	452	904	135 60	100	6	241 60

Chaque dimanche, le Commissariat général faisait allumer les rampes et motifs de tous les édifices, en exceptant toutefois la façade

du grand palais des Champs-Élysées sur l'avenue d'Antin, une partie du palais du Trocadéro et l'entrée de la salle des Fêtes.

Aux jours de fête, il donnait une illumination générale et complète.

Enfin, chaque vendredi à partir du 15 juin, les palais du Champ de Mars et la cascade du Trocadéro étaient illuminés.

10. Consommation de gaz; dépenses correspondantes. — La consommation de gaz et les dépenses correspondantes ont été les suivantes :

USAGES DU GAZ.	CONSOMMATION RÉELLE du 1er janvier au 31 décembre 1900.	CONSOMMATION RÉELLE du 15 avril au 12 novembre 1900.	CONSOMMATION PAYÉE pour l'année 1900.	PRIX du mètre cube.	DÉPENSES à la charge de l'Administration.	DÉPENSES à la charge des particuliers.
				fr. c.	fr. c.	fr. c.
Éclairage public des parcs et jardins (1)	1,446,068^{mc} 000	1,411,585^{mc} 000	416,702^{mc} 000	0 15	62,505 30	"
Éclairage des guichets et de leurs abords	111 115 277	111,115 277	111,115 277	0 15	20,204 29	"
	17,685 000	17,685 000	17,685 000	0 20		
Alimentation des moteurs à gaz exposés : français	218,074 000	260,075 000	267,687 000	0 15	40,153 05	"
Alimentation des moteurs à gaz exposés : étrangers	49,613 000					
Alimentation d'appareils divers dans les palais et bâtiments de l'Administration : Appareils de l'Administration	144,770 150	166,082 150	144,770 150	0 20	28,954 03	"
Alimentation d'appareils divers dans les palais et bâtiments de l'Administration : Appareils exposés	33,306 000		33,306 000	0 20	6,661 20	"
Fourniture aux concessionnaires ou aux exposants pour un usage autre que le fonctionnement des appareils exposés	2,135,437 000	2,039,771 000	2,135,437 000	0 20	"	427,087 40
Illuminations	902,068 000	902,068 000	902,068 000	0 15	135,310 20	"
Motifs lumineux indicateurs de direction	68,144 562	68,144 562	68,144 562	0 15	10,221 68	"
TOTAUX	5,126,275 989	4,976,475 989	4,096,914 989	.....	304,009 75	427,087 40

(1) Le gaz comprimé a été compté pour son volume effectif à la pression de 200 millimètres.

Comme le montre ce tableau, la consommation payée pour l'éclairage public est restée de beaucoup inférieure à la consommation réelle. La différence tient à la limitation conventionnelle de la dépense susceptible d'être admise dans les comptes, en ce qui concernait les appareils des parcs du Trocadéro et du Champ de Mars. Tandis que l'ar-

ticle 20 du marché entre le Commissariat général et la Compagnie parisienne fixait un maximum de 260 litres par heure et par appareil, certains foyers brûlaient jusqu'à 5,250 litres : c'était la contre-partie du sacrifice auquel le Commissariat général avait consenti, en renonçant à tout bénéfice sur la vente du gaz aux particuliers installés dans l'enceinte.

11. Personnel employé dans l'enceinte par la Compagnie parisienne du gaz. — Dans le bâtiment des compresseurs, la compagnie avait installé un bureau spécial où elle recevait les demandes d'abonnement ainsi que les réclamations, et auquel étaient attachés :

1° Des agents du service extérieur placés directement sous l'autorité du chef de bureau de section, avenue Duquesne (1 inspecteur contrôleur-adjoint, 2 inspecteurs de l'éclairage, 1 secrétaire, 4 ouvriers de ville, 2 graisseurs, 2 terrassiers, 2 plombiers, 26 allumeurs);

2° Des agents appartenant au service des travaux mécaniques et spécialement chargés du service des compresseurs (1 contremaître mécanicien, 1 employé des magasins d'exposition, 2 garçons de laboratoire, 3 ouvriers mécaniciens).

Indépendamment de ce bureau, la compagnie disposait, dans le sous-sol du palais des Armées de terre et de mer, d'un local où se tenaient 1 inspecteur, 1 surveillant de travaux, 4 ouvriers plombiers et 1 garde-magasin, relevant d'un inspecteur principal de la canalisation et spécialement chargés de la surveillance des conduites. Ce local contenait l'outillage et le matériel nécessaires pour les travaux à exécuter d'urgence, en cas d'accident.

L'ouverture, la surveillance et la fermeture des robinets de branchements d'illuminations étaient confiées à des ouvriers de la compagnie, dont le nombre variait suivant l'importance de ces illuminations : 57 les jours de fête, 40 le dimanche, 16 le vendredi.

Par des tournées fréquentes chez les consommateurs, notamment chez ceux qui employaient le plus de gaz, l'inspecteur contrôleur-adjoint et les deux inspecteurs, attachés au bureau de l'usine

IMPRIMERIE NATIONALE.

de compression, s'assuraient que l'alimentation ne laissait rien à désirer.

Les quatre ouvriers de ville du même bureau travaillaient au remplacement des verres de lanternes[1], au dégorgement de la plomberie, à l'entretien des brûleurs et de leurs robinets, à la consolidation des lanternes et candélabres.

Quant aux allumeurs, ils procédaient à l'allumage et à l'extinction, au remplacement des manchons hors de service, au nettoyage des lanternes, au cirage des candélabres. Le nettoyage devait être terminé avant 11 heures du matin.

Une permanence de jour et de nuit avait été organisée dans le pavillon des compresseurs.

12. Accidents. — Malgré le développement des installations, le nombre des accidents a été tout à fait minime. Quatre seulement méritent d'être mentionnés.

C'est d'abord une explosion survenue pendant la nuit du 26 au 27 juin, dans le pavillon de la Collectivité du gaz. Un siphon hydraulique placé sur la plomberie intérieure s'était désamorcé, ce qui avait permis au gaz de se répandre dans une salle. Au cours d'une ronde, le veilleur de nuit, ayant senti l'odeur, s'approcha du siphon avec sa lanterne et mit ainsi le feu au mélange détonant. Les dégâts matériels furent insignifiants; le gardien eut le visage et les mains légèrement brûlés.

Les trois autres accidents eurent lieu dans la galerie des moteurs à gaz. Un seul eut quelque gravité; il se produisit, le 22 octobre, près d'un moteur de 60 chevaux du système Letombe exposé par la compagnie de Fives-Lille, classe 20 (machines motrices diverses). Cet accident, qui n'était pas imputable aux organes de distribution du gaz, causa des blessures, presque toutes légères, à cinq personnes et détermina la rupture de quelques lames de parquet, sous le moteur.

[1] En vue de prévenir tout accident pouvant résulter de la chute des verres, la compagnie avait pris la précaution de faire établir, à ses frais, des grillages en toile métallique à larges mailles contre le vitrage des lanternes de grand modèle.

13. Ensemble des dépenses. — Les dépenses afférentes au service du gaz se résument dans l'ensemble comme il suit :

DÉSIGNATION DES ARTICLES DE DÉPENSES.	DÉPENSES À LA CHARGE de L'ADMINISTRATION.	À LA CHARGE de la COMPAGNIE.	À LA CHARGE des PARTICULIERS.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1. CANALISATIONS, APPAREILS, DISPOSITIFS D'ILLUMINATION, MAIN-D'ŒUVRE.			
Canalisations générales	155,957 31	126,825 69	"
Usine de compression	"	54,000 00	"
Appareils d'éclairage public des parcs et jardins	165,896 10	15,244 10	"
Appareils d'éclairage des guichets d'entrée et de leurs abords	37,570 76	"	"
Dispositifs d'illumination	319,400 63	"	"
Allumage et surveillance des illuminations	193,043 73	"	"
Motifs lumineux indicateurs de direction au Champ de Mars	2,955 35	"	"
Dépenses générales d'entretien	56,167 20	56,806 95	"
Totaux	930,991 08	252,876 74	"
Total	1,183,867f 82c		
2. CONSOMMATION DE GAZ.			
Éclairage public des parcs et jardins	62,505 30	149,224 95	"
Éclairage des guichets d'entrée	20,204 29	"	"
Alimentation des moteurs à gaz exposés	40,153 05	"	"
Alimentation d'appareils divers dans les palais et bâtiments de l'Administration. — Appareils de l'Administration	28,954 03	"	"
Alimentation d'appareils divers dans les palais et bâtiments de l'Administration. — Appareils exposés	6,661 20	"	"
Fournitures aux concessionnaires ou aux exposants (pour un usage autre que le fonctionnement des appareils exposés)	"	"	427,087 40
Illuminations	135,310 20	"	"
Motifs lumineux indicateurs de direction à l'Esplanade des Invalides et au Champ de Mars	10,221 68	"	"
Totaux	304,009 75	149,224 95	427,087 40
Total	880,322f 10c		

§ 2. Annexe du bois de Vincennes.

1. Usages divers du gaz d'éclairage dans l'annexe du bois de Vincennes. — Les usages du gaz dans l'annexe du bois de Vincennes étaient les suivants :

1° Éclairage public des espaces extérieurs :

2° Éclairage des guichets d'entrée et de leurs abords;

3° Éclairage des bâtiments d'administration, ainsi que des établissements particuliers;

4° Alimentation des moteurs à gaz;

5° Gonflement des aérostats;

6° Alimentation des pavillons d'exposants ou de concessionnaires.

2. Convention avec la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz. — De même que pour l'enceinte urbaine, la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz s'est engagée à distribuer le gaz dans l'enceinte de l'annexe du bois de Vincennes, à faire et à entretenir les installations d'éclairage public alimentées par le gaz, à alimenter la consommation du Commissariat général et des particuliers.

Un avenant à la convention du 12 août 1898 [1], approuvé par le Ministre du commerce le 9 décembre 1899 (pièce annexe n° 55), a purement et simplement étendu à l'annexe les stipulations de ce contrat, sous la seule réserve que le taux annuel de location des conduites, fixé à 7 p. 100 dans l'enceinte principale, serait élevé à 15 p. 100. Il était d'ailleurs entendu que, si l'Administration ne faisait pas enlever ces conduites après l'Exposition, elle aurait à acquitter leur valeur intégrale, sauf déduction des sommes payées à titre de location.

3. Réseau de distribution du gaz. — Il n'existait aucune canalisation de gaz dans le périmètre de l'annexe du bois de Vincennes. Des conduites suivaient, au contraire, les voies publiques en bordure, savoir :

Une conduite de 0m 108 de diamètre, le long de l'avenue Daumesnil;

Une conduite de 0m 400, le long de la route nationale n° 5 de Paris à Genève;

Une conduite de 0m 081, le long de l'avenue de Gravelle;

Une conduite de 0m 400, le long du chemin de grande communication n° 38.

[1] Voir *supra*, page 399.

L'Administration fit établir :

1° Tout le long de la route circulaire du Lac, une canalisation de 0^m 135 de diamètre, avec embranchement vers les pavillons des Moteurs, de l'Acétylène et des Cycles;

2° Dans la région du parc d'aérostation, une conduite dont le diamètre variait de 0^m 400 à 0^m 270 ;

3° Sous le carrefour de Reuilly, une canalisation de 0^m 054 de diamètre.

De ces trois canalisations, la première mesurait 2,407 mètres. Elle se reliait, au moyen de deux jonctions d'un diamètre de 0^m 216 et d'une longueur totale de 35 mètres, aux conduites de l'avenue Daumesnil et du chemin de grande communication n° 38. Son objet était de pourvoir à l'éclairage public, dans le parcours de la route du Lac ainsi qu'aux abords du bâtiment des moteurs, d'alimenter les moteurs à gaz, d'assurer le service des restaurants, etc.

La seconde, destinée au gonflement des ballons, avait 387 mètres de longueur et se branchait sur la conduite du chemin de grande communication n° 38. Elle portait 9 prises avec vannes et présentait les diamètres suivants : 0^m 400 sur 102 mètres; 0^m 350 sur 117 mètres; 0^m 325 sur 72 mètres; 0^m 270 sur 96 mètres.

Enfin, la troisième, affectée à l'éclairage des abords de deux portes, avait un développement de 370 mètres et se rattachait à une conduite de 0^m 162 longeant le boulevard Poniatowski à l'intérieur de Paris.

Les dépenses d'établissement s'élevèrent à 24,617 fr. 20, dont 12,804 fr. 49 pour la conduite du parc aérostatique.

4. Appareils d'éclairage public. — Les installations d'éclairage public comportaient :

1° 138 candélabres de 1^m 85 de hauteur de fût (modèle de Paris), munis de becs à incandescence et disposés en quinconce sur le parcours de la route circulaire du Lac, ainsi que le long du bâtiment des moteurs;

2° 17 candélabres Oudry, d'une hauteur totale de 3^m 51 lanterne comprise, avec becs à récupérateur ou becs à incandescence, placés aux abords des portes.

Ces installations ont coûté 22,495 fr. 76; leur entretien a entraîné une dépense de 3,790 fr. 30.

5. Consommation de gaz; dépenses correspondantes. — La consommation de gaz et les dépenses correspondantes ont été les suivantes :

USAGES DU GAZ.	CONSOMMATION.	PRIX du MÈTRE CUBE.	DÉPENSES À LA CHARGE de L'ADMINISTRATION.	DÉPENSES À LA CHARGE des PARTICULIERS.
	m. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Éclairage public des espaces extérieurs	13,543	0 15	2,031 45	"
Éclairage des guichets d'entrée et de leurs abords.	2,143	0 15	321 45	"
Alimentation des moteurs à gaz exposés — français	"	"	"	"
Alimentation des moteurs à gaz exposés — étrangers.	2,567	0 15	385 05	"
Alimentation d'appareils divers dans les bâtiments de l'Administration — Appareils de l'Administration	2,835	0 20	567 00	"
Alimentation d'appareils divers dans les bâtiments de l'Administration — Appareils exposés.	7,906	0 20	1,581 20	"
Gonflement des aérostats	194,502	0 20	38,900 40	"
Alimentation des pavillons d'exposants ou de concessionnaires	1,759	0 20	"	351 80
TOTAUX	225,255	"	43,786 55	351 80

6. Personnel employé dans l'enceinte par la Compagnie parisienne du gaz. — La Compagnie parisienne avait dans l'enceinte de l'annexe du bois de Vincennes :

1° A titre permanent, pour le service public ou privé, abstraction faite de l'aérostation, 1 inspecteur, 2 allumeurs-cireurs, 1 ouvrier de ville chargé de l'entretien;

2° A titre intermittent, pour le même service, 1 chef de section et 1 contrôleur;

3° Les jours d'ascension de ballons, 1 inspecteur de travaux, 1 surveillant, 1 contrôleur, 1 plombier et 1 aide, 6 terrassiers.

CHAPITRE VI.

ÉCLAIRAGE PAR DES AGENTS AUTRES QUE L'ÉLECTRICITÉ ET LE GAZ.

§ 1er. Enceinte urbaine.

1. Observation préliminaire. — Obéissant aux considérations d'extrême prudence que lui imposaient, d'une part, l'immensité des richesses accumulées dans l'enceinte urbaine de l'Exposition, d'autre part, la multitude des visiteurs qui allaient s'y presser, le Commissariat général avait dû exclure, non seulement des galeries, mais encore des parcs et jardins, les procédés d'éclairage susceptibles d'éveiller des craintes au point de vue du danger d'incendie ou d'explosion.

Ces procédés pouvaient trouver leur place à l'annexe du bois de Vincennes, où les espaces découverts étaient beaucoup plus vastes, les constructions bien moins étendues et moins compactes, la valeur des objets exposés incomparablement moindre et les foules plus clairsemées.

Néanmoins, sur l'insistance légitime des intéressés, qui attachaient le plus grand prix à ne pas être exilés de l'enceinte parisienne, l'Administration s'ingénia à leur livrer, dans les limites de cette enceinte, quelques emplacements appropriés, se prêtant à des démonstrations suffisantes et inoffensives pour la sécurité générale. Elle donna même à plusieurs d'entre eux son concours financier.

C'est ainsi que furent éclairés :

1° A l'acétylène, les berges basses de la Seine entre le pont de la Concorde et le pont des Invalides;

2° A l'alcool, le port des yachts, une partie du quai d'Orsay aux abords du palais de la Navigation de commerce et l'entrée du pont d'Iéna, rive gauche;

3° Au pétrole, la berge du quai Debilly, en amont et en aval du pont d'Iéna.

2. Éclairage au gaz acétylène. — Par une soumission du 12 février 1900, revêtue le 14 mars suivant de l'approbation du Commissaire général, MM. Besnard, président, Luchaire, secrétaire, Deroy et Fourchotte, membres du comité d'installation de la classe 75 (appareils et procédés d'éclairage non électrique), agissant conjointement et solidairement en leur nom personnel et au nom des exposants français qui feraient partie d'un syndicat définitif à constituer, s'étaient engagés à assurer l'éclairage des berges de la Seine, du pont des Invalides jusqu'à la clôture de l'Exposition, en amont de cet ouvrage, au moyen du gaz acétylène.

Cette soumission (pièce annexe n° 57) mettait à leur charge la construction de deux pavillons pour les appareils générateurs de gaz, l'établissement en location des conduites de distribution, l'installation et l'équipement des candélabres fournis par le Commissariat général, le service journalier d'éclairage, la création et l'alimentation de motifs décoratifs pour les dimanches et jours de fête. En échange, ils recevaient une allocation forfaitaire de 40,000 francs, représentant à peu près ce qu'eût coûté l'éclairage électrique. Le marché limitait l'approvisionnement de carbure de calcium et contenait les autres prescriptions nécessaires à la sauvegarde de la sécurité publique.

L'éclairage eut lieu conformément aux dispositions du contrat.

Chacun des pavillons constituait une petite usine, avec 10 générateurs traitant ensemble 600 kilogrammes de carbure de calcium, ce qui donnait un total de 1,200 kilogrammes pour les deux usines. Des gazomètres emmagasinaient la plus grande partie de la production de gaz.

Deux canalisations souterraines en plomb partaient des usines et couraient parallèlement à la Seine.

Les appareils d'éclairage et d'illumination se composaient de :

76 candélabres à cinq becs, du type de la ville de Paris;
2 becs isolés;
37 ifs d'illumination, à 25 becs;
74 guirlandes à 11 becs, placées entre les candélabres;
2 motifs «Acétylène», à 640 becs chacun.

En plein service, ces motifs dépensaient, à l'heure, 44 mètres cubes environ, savoir :

	NOMBRE des BECS.	CONSOMMATION PAR BEC à l'heure.	CONSOMMATION TOTALE à l'heure.
Candélabres	380	20 litres	7,600 litres.
Becs isolés	2	20	40
Ifs d'illumination	925	15	13,875
Guirlandes	814	15	12,210
Motifs « Acétylène »	1,280	8	10,240
TOTAL			43,965

Commencé le 1[er] juin, l'éclairage au gaz acétylène s'est poursuivi avec une entière régularité et sans aucun incident, jusqu'au 12 novembre inclusivement. Les ifs et les guirlandes d'illumination ont été allumés les dimanches, vendredis et jours de fête, ainsi que tous les jours de la semaine du 5 au 12 novembre.

Le nombre total des heures d'éclairage a été de 712 h. 1/2, et la consommation de carbure, de 42,126 kilogrammes, dont 39,193 kilogrammes offerts gratuitement par les principaux fabricants français. D'après les relevés du service, le rendement a dépassé 300 litres de gaz par kilogramme de carbure.

Sur la demande du Commissaire général, la compagnie des chemins de fer de l'Est et celle de Paris à Lyon et à la Méditerranée avaient consenti, avec l'autorisation du Ministre des travaux publics, des réductions notables de tarifs pour le transport du carbure de calcium.

3. Éclairage à l'alcool. — Conformément à une soumission du 24 mars 1900 et à deux avenants, revêtus de l'approbation du Commissaire général, la Société d'éclairage, de chauffage et de force motrice par l'alcool a éclairé le port des yachts (quai Debilly), le quai d'Orsay au droit du palais de la Navigation de commerce et l'entrée du pont d'Iéna (rive gauche). Pour cette partie du quai d'Orsay, l'Administration avait été conduite à accepter l'éclairage à l'alcool, parce que la couverture en béton armé du chemin de fer des Mouli-

neaux empêchait d'y établir des canalisations souterraines de gaz ou d'électricité et que, d'autre part, des conducteurs électriques aériens eussent été inadmissibles au point de vue esthétique.

La société devait, aux termes de son marché, la fourniture en location des lanternes et foyers, leur adaptation à des candélabres posés par l'Administration, leur alimentation, leur service et leur entretien Pour chaque foyer, la puissance lumineuse était fixée à 400 ou 500 bougies décimales, au minimum. Entre autres mesures de sécurité, la soumission stipulait qu'aucun approvisionnement d'alcool liquide ou solidifié ne pourrait exister dans l'Exposition, sauf la quantité minime contenue à l'intérieur de l'embase des candélabres et renfermée, d'ailleurs, dans un récipient métallique. La rémunération était fixée au chiffre forfaitaire de 225 francs par foyer, pour un éclairage de 700 heures.

Chaque lanterne comprenait un corps de lampe renfermant le combustible et, par-dessus, l'appareil de vaporisation utilisant la chaleur rayonnée par les becs. La vapeur d'alcool, mélangée d'air, venait brûler dans un ou plusieurs becs de Bunsen, sur lesquels étaient suspendus des manchons incandescents. Il n'y avait pas de verres aux lampes; mais la disposition des lanternes s'opposait à la perturbation du tirage par des remous ou des rentrées d'air, dus à des causes extérieures.

Le nombre des candélabres installés a été de 26, savoir :

Berge du quai Debilly	14
Quai d'Orsay, au droit du palais de la Navigation de commerce.	10
Entrée du pont d'Iéna, rive gauche	2
TOTAL	26

Ces candélabres ne portaient généralement qu'une lanterne à 3, 4 ou 5 manchons de grand modèle; toutefois, ceux de l'entrée du pont d'Iéna en avaient reçu 5 chacun; le nombre total des lanternes atteignait, dès lors, 34.

Les candélabres du pont d'Iéna rivalisaient d'éclat avec les candélabres voisins alimentés par le gaz d'éclairage à forte pression et pour-

vus également de manchons incandescents. A distance, il était impossible de faire aucune différence entre les deux illuminants; la présence du corps de lampe permettait seule de distinguer, pendant le jour, les appareils à alcool[1].

4. Éclairage au pétrole. — La section des États-Unis d'Amérique reçut l'autorisation d'éclairer à ses frais, risques et périls, une partie de la berge du fleuve, en amont et en aval du pont d'Iéna, par des foyers à incandescence alimentés au pétrole. D'après l'accord intervenu, le nombre des appareils était de 9; la puissance lumineuse de chacun d'eux devait atteindre 1,000 bougies environ. Aucun approvisionnement ne pouvait exister à l'intérieur de l'enceinte, sauf la petite quantité que seraient susceptibles de contenir les réservoirs placés dans le fût des candélabres.

Chacun des 9 candélabres comportait trois foyers. L'aspect de ces foyers ne différait en rien de celui des foyers alimentés à l'alcool ou au gaz. Mais les candélabres et les lampes offraient les formes caractéristiques de la fabrication américaine.

§ 2. Annexe du bois de Vincennes.

1. Éclairage au gaz acétylène. — Au début, l'éclairage de l'annexe du bois de Vincennes fut limité à la route circulaire du Lac : il y était pourvu par une canalisation de gaz et des becs du modèle municipal, établis alternativement sur la bordure des deux trottoirs. Mais l'Administration ne tarda pas à reconnaître l'insuffisance de cet éclairage et à le compléter en recourant au gaz acétylène, à l'alcool et au pétrole.

Cent trente appareils portatifs à acétylène furent répartis dans les massifs et dans les sentiers les plus fréquentés du centre de l'annexe, ainsi que sur toute la rive sud-ouest du lac. Sur ces 130 appareils,

[1] Comme je l'indiquerai dans la partie de ce rapport consacrée à la défense contre l'incendie, l'inobservation de la clause qui prohibait les approvisionnements d'alcool dans l'enceinte a eu pour conséquence un incendie, heureusement éteint sans avoir causé de très graves dommages.

120, fournis et entretenus tant par la Compagnie universelle d'acétylène que par M. Deroy fils aîné, comportaient un brûleur de 3 becs dépensant chacun 25 litres à l'heure; les 10 autres, installés par la Société française de l'acétylène dissous, avaient un brûleur de 10 becs et consommaient 300 litres à l'heure par appareil.

Le comité de la classe 75 (appareils et procédés d'éclairage non électrique) établit, en outre, autour de son bâtiment spécial, une canalisation de gaz acétylène alimentant des réverbères et des motifs lumineux.

Pour l'acétylène, comme pour l'alcool et le pétrole, l'éclairage était maintenu jusqu'à 10 heures et même jusqu'à 11 heures, les dimanches et jours de fête. En ce qui concerne l'acétylène, la dépense moyenne journalière s'élevait à 250 francs, y compris la subvention accordée à la classe 75.

2. Éclairage à l'alcool. — Les routes du Château, de la Croix-Rouge, des Glacières, du Bac et de la Plaine reçurent 40 lampes Denayrouse à l'alcool, de 1,000 bougies environ chacune, pourvues de brûleurs à trois becs et placées à 3 mètres de hauteur. Cet éclairage coûta 120 francs par jour.

3. Éclairage au pétrole. — Enfin, sur la route des Îles prirent place 5 lampes à pétrole sous pression, système Washington, de 1,000 bougies chacune, installées à 5 mètres de hauteur sur des poteaux en fonte ornée. La dépense journalière fut de 25 francs.

FIN DU TOME TROISIÈME.

TABLE DES MATIÈRES.

QUATRIÈME PARTIE.

PALAIS ET AUTRES ÉDIFICES OU BÂTIMENTS GÉNÉRAUX DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900. PARCS ET JARDINS. — TOUR DE 300 MÈTRES.

(Suite.)

Chapitre XVIII. — Salle des Fêtes. — Palais de l'Agriculture et des Aliments. (Suite.)

IMPRIMERIE NATIONALE.

CINQUIÈME PARTIE.

EAUX. — FORCE MOTRICE. — ÉCLAIRAGE.

Chapitre II. — Élévation et distribution d'eau de Seine pour le Château d'eau et le service mécanique. (Suite.)

TABLE DES PLANCHES.

[1] 2 planches.

Pavillons et ouvrages divers de l'enceinte urbaine. (Suite.)

Bâtiments du matériel des Chemins de fer et des Machines motrices diverses, à l'annexe du bois de Vincennes.

Parcs et jardins.

Tour de 300 mètres.

Eaux. — Force motrice. — Éclairage.

[1] 2 planches.

Eaux. — Force motrice. — Éclairage. (Suite.)



